

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Gabriela Viana Bassotto

**NANOTECNOLOGIA: UMA INVESTIGAÇÃO FUNDAMENTADA NA EDUCAÇÃO
PELA PESQUISA SE REFLETINDO NA FORMAÇÃO
DE PROFESSORES E NO ENSINO DE QUÍMICA**

Porto Alegre

2011

GABRIELA VIANA BASSOTTO

**NANOTECNOLOGIA: UMA INVESTIGAÇÃO FUNDAMENTADA NA
EDUCAÇÃO PELA PESQUISA SE REFLETINDO NA FORMAÇÃO DE
PROFESSORES E NO ENSINO DE QUÍMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Profa. Dra. Nara Regina de Souza Basso
Co-orientador: Profa. Dra. Regina Maria Rabello Borges

**PORTO ALEGRE
2011**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B322n Bassotto, Gabriela Viana

Nanotecnologia : uma investigação fundamentada na educação pela pesquisa se refletindo na formação de professores e no ensino de química / Gabriela Viana Bassotto.
– Porto Alegre, 2011.
129 f.

Diss. (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) –
Fac. de Física, PUCRS.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Nara Regina de Souza Basso

1. Professores – Formação Profissional. 2. Nanotecnologia.
3. Aprendizagem. 4. Pesquisas em Sala de Aula. 5. Educação.
I. Basso, Nara Regina de Souza. II. Título.

CDD 370.71

Bibliotecária Responsável: Salete Maria Sartori, CRB 10/1363

GABRIELA VIANA BASSOTTO

**NANOTECNOLOGIA: UMA INVESTIGAÇÃO FUNDAMENTADA NA
EDUCAÇÃO PELA PESQUISA SE REFLETINDO NA FORMAÇÃO DE
PROFESSORES E NO ENSINO DE QUÍMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática

Aprovada em _____ de _____ de _____

Banca Examinadora

Prof. Dra. Nara Regina de Souza Basso

Prof. Dr. Roque Moraes

Prof. Dr. João Bernardes da Rocha Filho

AGRADECIMENTOS

A meus pais, Leonia e Antônio pelos anos de dedicação. Por todo o esforço para que eu pudesse ter uma formação de qualidade. Pelo amor, carinho e compreensão durante toda esta caminhada.

Ao meu noivo, Paulo Eduardo, pela ajuda nas correções em minha dissertação. Por toda paciência, compreensão e calma em momentos que precisei de um ombro amigo. Te amo para sempre.

A minha maravilhosa filha, Maria Eduarda, que sem ela não iria ter força e garra para batalhar sempre pelo melhor. Te amo minha Dudinha.

A meus amigos, parceiros de troca de experiências. Obrigada, muito pude aprender.

Aos alunos, da disciplina de Tutoramento III no ano de 2009/1. Pela carinho, acolhimento e ajuda. Que seus caminhos sejam repletos de felicidade na escolha desta profissão.

A professora Concetta Ferraro, sem ela nada desta pesquisa poderia ter sido realizado. Muito obrigada, pela ajuda, paciência, esforço e amizade nestes anos que nos conhecemos. Obrigada também pela dedicação com amor em tudo que faz!

A minha professora orientadora Dra. Nara Regina de Souza Basso pela dedicação, amizade, esforço e incentivo desde minha formação inicial.

A minha co-orientadora Dra. Regina Maria Rabello Borges pelos grandes ensinamentos ao decorrer de minha formação.

RESUMO

Este texto relata a investigação sobre o entendimento de como uma Unidade de Aprendizagem pode contribuir para que professores em formação inicial de Química possam ser preparados para a inclusão do tema Nanotecnologia no Ensino Médio. A Nanotecnologia é considerada uma área multidisciplinar envolvendo diferenciadas áreas do conhecimento. Mantendo os princípios do Educar pela Pesquisa, a proposta foi conduzida por meio da elaboração de uma Unidade de Aprendizagem (UA) em torno do tema central, Nanotecnologia. Esse desenvolvimento de uma Unidade de Aprendizagem (UA) sobre Nanotecnologia vai ao encontro da proposta do Educar pela pesquisa, pois utiliza atividades diversificadas, vinculadas ao cotidiano do aluno. A pesquisa possuiu uma abordagem qualitativa e descritiva, a partir de uma pesquisa-ação. Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram: questionário inicial e final, anotações ao longo das atividades e entrevista com os sujeitos de pesquisa e os professores. A análise e interpretação dos dados foram efetuadas por meio da Análise Textual Discursiva proposta por Moraes e Galiazzi (2007), resultando em quatro categorias: Descobrir a Nanotecnologia: identificação dos conhecimentos prévios; Importância de trabalhar Nanotecnologia no Ensino Médio; Importância do tema para a formação de professores; Perspectivas na formação de professores de Química: mudanças nas concepções sobre Nanotecnologia. A análise indica que os professores em formação apresentam pouco conhecimento sobre o tema e dificuldades na diferenciação de conceitos. Por outro lado, conhecem algumas palavras importantes para a formulação do conceito de Nanotecnologia. Constatou-se a importância da abordagem de temas e metodologias diferenciados em sala de aula para uma efetivação no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Formação inicial de professores; Nanotecnologia; Unidade de Aprendizagem; Pesquisa na Sala de Aula.

ABSTRACT

This text reports a research on understanding how a unit of Learning can help to ensure that teachers in initial training in chemistry can be prepared for the inclusion of the theme Nanotechnology in high school. Nanotechnology is a multidisciplinary area involving differentiated areas of knowledge. Maintaining the principles of Educating by search, the proposal was conducted through a Learning Unit (UA) around the central theme, nanotechnology. This development of a Learning Unit (UA) on Nanotechnology meets the proposal of Educating by search, because it uses diverse activities, linked to the daily life of the student. The survey has owned a qualitative and descriptive approach, from a research-action. The data collection instruments used were: initial and final questionnaire, notes over activities and interview with research subjects and teachers. The analysis and interpretation of data were made by analyzing Discursive Textual proposal by Moraes and Galiazzi (2007), resulting in four categories: discovering Nanotechnology: identification of prior knowledge; Importance of Nanotechnology work in high school; Importance of the subject for teacher training; Perspectives in teacher training in Chemistry: changing conceptions about nanotechnology. The analysis indicates that teachers in training have little knowledge about the theme and difficulties in differentiation of concepts. On the other hand, know a few words that are important for the formulation of the concept of nanotechnology. Noted the importance of the issues and methodologies differentiated classroom for operationalizing the teaching-learning process.

Keywords: Initial teacher training; Nanotechnology; Learning unit; Research in the classroom.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Quadro com as palavras relacionadas com o tema.....	31
Nanotecnologia de acordo com os licenciandos	
Figura 2 - Fluxograma das palavras-chave do mapeamento.....	34
Figura 3 - Quadro verde com o fluxograma.....	35
Quadro 1 - Metodologias e Atividades sugeridas.....	36
para abordagem do tema Nanotecnologia	
Figura 4 - Esquema com as palavras relacionadas de acordo.....	41
com os licenciandos	
Gráfico 1 - Segurança com o tema Nanotecnologia.....	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 Nanotecnologia: o futuro das Ciências.....	12
2.1.2 Aplicações, implicações e perspectiva da Nanotecnologia.....	14
2.1.3 Nanotecnologia e Educação. Por que é tão importante a inclusão do tema Nanotecnologia no Ensino?	16
2.2 Pesquisa: a chave para a evolução do conhecimento.....	18
2.2.1 Questionar, fundamentar e comunicar	21
2.3 Unidade de Aprendizagem	23
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	26
3.1 Abordagem metodológica	26
3.2. Sujeitos de pesquisa	27
3.3 Instrumentos de coleta de dados	27
3.4 Descrição das atividades	28
3.5 Metodologia de análise	28
3.6 Relato dos encontros	30
4 ANÁLISE E COMPREENSÃO DOS RESULTADOS	40
4.1Descobrimdo a Nanotecnologia: identificação dos conhecimentos prévios.....	40
4.2 Importância de trabalhar Nanotecnologia no Ensino Médio.....	47
4.3 Importância do tema para a formação de professores	49
4.4 Perspectiva na formação de professores de Química: mudanças nas concepções sobre nanotecnologia.....	52
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
REFERÊNCIAS	63
ANEXOS	67
ANEXO 1 - Afinal, o que é Nanociência e Nanotecnologia? Uma Abordagem para o Ensino Médio.....	68
APÊNDICE	81
APÊNDICE A – Instrumento de pesquisa	82
APÊNDICE B – Questões realizadas com os licenciandos	83
APENDICE C – Atividade II: Evolução do conhecimento sobre Nanotecnologia ..	84

APENDICE D – Unidade de Aprendizagem sobre Nanotecnologia85

1 INTRODUÇÃO

A profissão de professor sempre teve lugar em minha vida, meus pais são professores de Português e Literatura, então a influência vem desde cedo. Com dez anos de idade já preparava aula e aplicava provas para os meus pais, curiosamente sempre de matemática. Durante minha graduação em Química - Licenciatura e Química Industrial, dediquei-me à realização de atividades vinculadas ao Ensino de Química, pois a Área de Educação é a minha grande aspiração profissional.

Sempre tive um pensamento tradicional, onde o professor era o detentor da verdade e o aluno apenas um observador que absorvia o que lhe era transmitido. Professor e aluno tem um relacionamento de mestre e discípulo e não uma integração na busca dos melhores caminhos para a reconstrução do conhecimento. Na graduação, minhas concepções começaram a serem modificadas. No estágio supervisionado, tentei sempre abordar os conteúdos de forma que as aulas fossem mais participativas, principalmente com atividades práticas. Como a escola não possuía muitos recursos, essas atividades eram meramente demonstrativas, não desenvolviam investigação, argumentação e participação dos alunos.

Após a conclusão do meu curso de Química, era uma profissional com muito conhecimento teórico, mas com pouca clareza sobre o que realmente era ensinar e aprender. Sempre tive questionamentos que não encontravam respostas, como: O que realmente é importante ensinar? O que é importante aprender? Como ensinar? Como fazer com que o aluno compreenda e assimile o conteúdo? Será que ninguém quer modificar os métodos de ensino? Até que ponto os conteúdos abordados em sala de aula são relevantes para a vida dos alunos? O que eu posso fazer para mudar isso?

Foi quando comecei a pensar mais sobre esses questionamentos que decidi entrar no Mestrado em Educação em Ciências e Matemática para tentar compreender como tornar efetiva a aprendizagem e me tornar uma profissional capaz de superar os métodos tradicionais de ensino. “Numa sociedade democrática, é necessário formar um aluno crítico e capaz de optar entre os diferentes argumentos que se lhe apresentem, de maneira que possa tomar decisões em sua vida como cidadãos” (DRIVER; NEWTON, 1997 apud Sardá Jorge e Sanmartí Puig, 2000, p. 407).

Logo no início do Mestrado, muitas idéias surgiram em relação ao que iria pesquisar: metodologias para o Ensino de Química, a Feira de Ciências, a relação dos conteúdos programáticos com o cotidiano, mas nada disso despertou uma “paixão” pela pesquisa.

O interesse surgiu, através de outra pesquisa, que aborda o tema Nanotecnologia para o Ensino de Biologia. A proposta sugerida foi a de realização de uma pesquisa relacionada com a formação inicial de professores e a possibilidade da inserção da Nanotecnologia no Ensino de Química. A curiosidade por saber mais, a abrangência que a Nanotecnologia está adquirindo em nosso cotidiano e a importância de um melhor esclarecimento desse assunto para a sociedade, só aumentaram o meu interesse pela procura de respostas.

A Nanotecnologia é considerada uma área multidisciplinar envolvendo diferenciadas áreas do conhecimento. Está presente em diferentes setores de nossa sociedade e é cada vez mais divulgada pela mídia. Com isso, torna-se essencial o debate e discussão na área educacional, pois a educação deve ter por princípio a formação de cidadãos que saibam argumentar, questionar e formular seu posicionamento com relação aos temas de nosso cotidiano.

Neste contexto, é importante que os professores em formação para o ensino da Química sejam preparados para debater, discutir e trabalhar o tema Nanotecnologia em sala de aula. Consideramos sua formação como profissional mais competente e capacitado perante a atualidade, com isso, adquirindo condições de construir e reconstruir seus conhecimentos, para posteriormente auxiliar os alunos em sala de aula a construir e reconstruir suas concepções sobre o tema.

Esta pesquisa foi realizada em uma disciplina de Ensino Superior de Química, com a finalidade de preparar os novos professores para trabalhar em sala de aula temas atuais que estão de fato presentes na vida do aluno e validar a importância da inserção do tema Nanotecnologia na formação de professores. Foi abordada a metodologia do Educar pela Pesquisa (DEMO,2005) utilizando a produção coletiva de uma unidade de aprendizagem (UA) sobre o tema Nanotecnologia. Esta proposta visa à interação mais efetiva dos licenciandos com o tema abordado e o envolvimento do grande grupo na produção conjunta de uma UA.

O trabalho está dividido em quatro capítulos. Neste contexto, objetivo geral da pesquisa é compreender como uma UA sobre nanotecnologia pode contribuir para que professores em formação inicial de Química sejam preparados para a

inclusão do tema nanotecnologia no Ensino Médio. A ele estão relacionados os seguintes objetivos específicos:

- Reconhecer os conhecimentos prévios dos professores em formação envolvidos na pesquisa sobre nanotecnologia;
- Identificar a importância do estudo do tema nanotecnologia na formação inicial desses professores;
- Reconhecer os conhecimentos dos professores em formação participantes da pesquisa após a produção de uma unidade de aprendizagem coletiva sobre nanotecnologia
- Identificar a percepção dos sujeitos da pesquisa sobre a importância do estudo do tema nanotecnologia para o Ensino Médio.

Considerando o objetivo geral da pesquisa, o problema central é a questão: *De que forma uma Unidade de Aprendizagem sobre nanotecnologia pode contribuir para que professores em formação inicial de Química sejam preparados para a inclusão do tema nanotecnologia no Ensino Médio?*

Em continuidade, no segundo capítulo é apresentada a fundamentação teórica sobre Nanotecnologia, ressaltando a relação da mesma com a Educação, a metodologia da Pesquisa em Sala de Aula e a Unidade de Aprendizagem.

O terceiro capítulo é dedicado à Metodologia de pesquisa, no qual é destacada a abordagem de pesquisa, sujeitos de pesquisa, instrumentos de coleta de dados, descrição das atividades e a Metodologia de Análise de Dados.

Por fim, são descritas as atividades realizadas e a análise dos resultados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A seguir serão descritos aspectos teóricos relevantes para o estudo do problema e objetivos de pesquisa mencionados anteriormente. Em um primeiro momento, a Nanotecnologia será abordada com definições e perspectivas para o futuro da ciência e da educação. Logo após, será fundamentada a pesquisa em sala de aula, que destaca a importância do questionar, argumentar e divulgar, para uma aprendizagem efetiva e, por fim, uma reflexão sobre o significado de Unidade de Aprendizagem.

2.1 Nanotecnologia: o futuro das Ciências

A Evolução do conhecimento no decorrer do último século trouxe mudanças significativas para as ciências e tecnologia. Neste período, ocorreram grandes transformações como o surgimento da Física Moderna, dando ênfase para a Quântica e a Relatividade. Deixa-se de tratar a Ciência como certeza absoluta e começa-se a falar de incerteza e probabilidade. A ciência tem caráter determinante na evolução humana. O conhecimento científico colabora para que os homens progredam em sua existência, sendo esse progresso contínuo e parcial, pois, à medida que o conhecimento se desenvolve, surgem novos questionamentos e pensamentos.

Um dos marcos determinantes para a transformação das Ciências Tecnológicas foi a manipulação da estrutura da matéria a nível de átomos e moléculas, a Nanotecnologia. Em 1959, o físico Richard Phillips Feynman, na palestra “There’s Plenty of Room at the Bottom” (Existe muito espaço lá em baixo), promovida pela Sociedade Americana de Física, apontava que no futuro seria possível manipular átomos e moléculas para a criação de novos materiais. Afirmava também que o principal problema da manipulação seria o controle em uma escala tão pequena.

Na década de 80, o físico Erick Dexler, lança o nome Nanotecnologia, e essa tecnologia adquire novo significado e desperta o interesse da comunidade científica, mas, somente na década de 90, apareceram os primeiros experimentos nesta área. Esta nova tecnologia direciona-se para uma revolução tecnológica que, em um

futuro próximo, surpreenderá a todos nós e também às grandes empresas, pois alguns produtos do dia para a noite tornar-se-ão obsoletos.

Nanotecnologia, dito de forma simples, é uma ciência relacionada à manipulação da matéria ao nível molecular, visando à criação de novos materiais, substâncias e produtos, com uma precisão de átomo a átomo. A Nanotecnologia está emergindo como a próxima revolução tecnológica, com eventuais efeitos sobre todos os aspectos da vida. De ambientalistas a estrategistas militares, há o consenso de que o crescimento da capacidade da construção molecular - manufatura molecular, fabricação molecular - mudará profundamente o mundo atual em que vivemos. (WAITE GROUP PRESS, 1993).

Qual o significado da palavra nanotecnologia? Qual a diferença entre nanotecnologia e nanociência? Qual a importância da nanotecnologia? Para que serve? Como está presente nas nossas vidas? Por que é importante a abordagem desse tema?

Algumas dessas perguntas estão cada vez mais presentes no nosso cotidiano. Na mídia, jornais, revistas, internet é cada vez mais comum encontrar o termo “nano”, mas o que realmente é isso? O avanço na nanotecnologia é cada vez mais rápido e há falta de esclarecimentos sobre o assunto.

O prefixo grego “Nano” significa anão e também é uma unidade de medida o “nanômetro” que por sua vez representa um bilionésimo do metro. Portanto, Nanotecnologia é toda a técnica utilizada para manipulação da molécula ou do átomo em uma escala entre 0,1 e 100nm.

Essa dimensão é expressa pelo prefixo nano, do grego, “anão”, de onde também vem a palavra “nanico”. Sua notação é nm ou 10^{-9} m. Só para se ter uma noção do tamanho, 1nm equivale aproximadamente ao comprimento de dez átomos enfileirados. [...] A dimensão de uma molécula de DNA situa-se na escala de 100 nm e é um pouco menor que a de um vírus.(TOMA, 2004, p.13).

Outros exemplos de comparações com as dimensões do “nanômetro” são encontrados nas bibliografias, como: as hemácias que são da ordem de 10000 nm, o fio de cabelo que possui cerca de 100000 nm.

Uma molécula de água é de cerca de 1 nm de tamanho, um nanotubo de parede simples é de cerca de 1,2 nm de diâmetro[...]. Moléculas de DNA são cerca de 2,5 nm de largura, uma típica proteína é entre 1 e 20 nm, e um motor bioquímico ATP encontrados em células vivas é cerca de 10 nm de diâmetro.(ROCO, 2002, p.2)

A manipulação desses átomos em nanoescala faz com que os mesmos adquiram propriedades diferentes das encontradas em escalas maiores. Com a mesma substância, porém com a redução do tamanho para a escala “nano”, são verificadas mudanças nas suas características, como, condutividade elétrica, reatividade, mudança de cor e resistência, características que, muitas vezes, não eram apresentadas em escala maior.

A possível redução de maneira controlada das dimensões das estruturas, até alcançar dimensões nanométricas, conduzirá a propriedades únicas como as dos nanotubos de carbono, fios e pontos quânticos, filmes finos, estruturas baseadas nas moléculas de DNA, emissores de laser, entre outros. Essas novas formas de materiais e de dispositivos serão precursoras de uma idade revolucionária para a ciência e tecnologia, contanto que possamos descobrir e utilizar completamente as características marcantes dos materiais. (DURÁN; MATTOSO; MORAIS, 2006, p. 20).

O termo Nanotecnologia, muitas vezes, pode ser confundido com Nanociência que nada mais é do que o estudo da Nanotecnologia, a produção científica nas diversas áreas do conhecimento. “O termo nanotecnologia é usado porque é mais comum, apesar de sabermos que a distinção entre os termos nanociência e nanotecnologia é igualmente comparável à diferenciação entre ciências e tecnologia na acepção moderna de ambas as palavras.” (DURÁN; MATTOSO; MORAIS, 2006, p.21).

No próximo subcapítulo, são abordadas questões referentes às aplicações mais recentes da Nanotecnologia e estudos que ainda estão em desenvolvimento.

2.1.2 Aplicações, implicações e perspectivas da Nanotecnologia.

O estudo da nanotecnologia implica na funcionalidade dos materiais, ou seja, dos nanomateriais. A introdução de nanopartículas na estrutura de diferentes materiais faz com que suas propriedades sejam modificadas. Pode ser citado como exemplo a incorporação de nanopartículas inorgânicas numa matriz polimérica originando uma nova classe de materiais conhecidos como nanocompósitos. A adição das nanopartículas (argila, grafite, negro de fumo, nanotubo de carbono...) torna o material plástico mais resistente, leve e diminui a quantidade de plástico necessária, por exemplo, na fabricação de garrafas. Os pneus tornam-se mais

eficientes com a presença de nanopartículas de carbono. O dióxido de titânio nanoparticulado é utilizado para fabricação de protetores solares, vidros autolimpantes e aditivos alimentares. A pintura de automóveis torna-se mais resistente, com maior brilho e menos arranhões com nanopartículas. O material nanoparticulado tem sido utilizado para o desenvolvimento de sensores para diagnósticos na área da saúde e também identificação seletiva de substâncias químicas, por exemplo, a “língua eletrônica” com nanopartículas foi desenvolvida para o controle da qualidade dos vinhos.

Esses são alguns poucos exemplos de onde a nanotecnologia é aplicada. Percebemos que a nanotecnologia está “invadindo” nossa realidade, cada vez mais materiais, produtos e alimentos são produzidos. “Nas próximas décadas, os impactos da convergência da escala nanométrica sobre os agricultores e alimentos serão maiores que os da mecanização agrícola ou da Revolução Verde.” (GRUPO ETC, 2005).

Isso irá gerar um novo tipo de revolução industrial nos próximas décadas. Nanotecnologia mantém a promessa de descobertas científicas em uma ampla variedade de campos, tem um imenso potencial para a indústria e a economia em geral, para uma melhor saúde e ambiente sustentável. (ROCO,2002,p.3)

Em um futuro breve, a nanotecnologia estará presente em diversificadas áreas do conhecimento. Na medicina, com diagnósticos precoces de doenças, a produção de “drogas” inteligentes (nanofármacos), a produção de tecidos artificiais, os nanorobos. Recentemente foi publicado um estudo sobre a criação de nanopartículas que tratam artérias do coração, na revista *Proceedings of the National Academy of Sciences* e divulgado pela mídia internacional, ainda em fase de teste em ratos, mas com grandes perspectivas para a recuperação e desentupimento de artérias danificadas, superando assim, a utilização de cirurgias.

No meio ambiente e energia, com ecomateriais, nanomateriais e nanopartículas que possibilitam a conversão de energia, tecnologias de separação, nanosensores, energia solar de auto-rendimento. Além de materiais ultraleves e ultramacios, produção de circuitos integrados “inteligentes” e multifuncionais.

A Nanotecnologia nos insere em um mundo de inovações e mudanças, mas até que ponto estas novas descobertas podem se tornar benefícios ao ser humano? Poucas, mas crescentes pesquisas estão sendo realizadas sobre os malefícios,

poluição, descarte de resíduos e outros problemas que o mundo “nano” pode nos trazer.

As preocupações sobre os potenciais efeitos adversos da Nanotecnologia referem-se tanto a exposição e toxicidade. O tamanho muito pequeno de partículas nano-estruturadas coloca problemas específicos de exposição. As nanopartículas potencialmente podem penetrar profundamente os pulmões quando inalado, pode ser absorvido através da pele, e pode ser distribuído por todo o corpo humano uma vez que entrar em qualquer parte do corpo. (DAVES, 2006, p. 9)

Os impactos desta nova tecnologia geram preocupação em diversos campos: na saúde, ao meio ambiente, na agricultura, na indústria, sem deixamos de mencionar as questões éticas e morais, questionáveis em toda a área da Ciência.

Com isso, podemos evidenciar a importância e a complexidade que as mudanças causadas pela nanotecnologia trarão e trazem para todos nós. O quanto temos que aprender, discutir e debater sobre o assunto, afim de tornar clara e consciente a nossa posição em relação ao assunto.

2.1.3 Nanotecnologia e Educação. Por que é tão importante a inclusão do tema Nanotecnologia no Ensino?

Nanotecnologia é um campo do conhecimento emergente e revolucionário que modificará significativamente a vida cotidiana das pessoas e a produção de materiais e, ao que tudo indica, tais mudanças já estão ocorrendo muito rapidamente. Com base nos argumentos já apresentados nesse capítulo, podemos evidenciar a relevância do tema Nanotecnologia para a Educação. Considerando que devemos formar pessoas orientadas ao desenvolvimento da cidadania, tais avanços devem começar a ser debatidos e discutidos pela sociedade, pois irão modificar substancialmente nossas vidas. Como orienta os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para as ciências da natureza:

(...) A crescente presença da ciência e da tecnologia nas atividades produtivas e nas relações sociais, por exemplo, que, como consequência, estabelece um ciclo permanente de mudanças, provocando rupturas rápidas, precisa ser considerada. Comparados com as mudanças significativas observadas nos séculos passados – como a máquina a vapor ou o motor a explosão –, cuja difusão se dava de modo lento e por um longo período de tempo, os avanços do conhecimento que se observam neste

século criam possibilidades de intervenção em áreas inexploradas (...) (BRASIL, 2008, p.12).

Para que tenhamos uma educação de qualidade, devemos possuir profissionais qualificados. É de suma importância que os professores em formação estejam preparados para abordar o tema Nanotecnologia em sala de aula. Esta preparação deve ocorrer desde a formação escolar inicial do sujeito para que durante a graduação seja mais clara sua compreensão e aprofundamento.

A Nanotecnologia não é um tema totalmente novo, pois envolve a manipulação de átomos e moléculas que são as bases para o estudo da Ciência. O que surge é a complementação do conhecimento já existente com conceitos novos sobre as interações dos átomos e moléculas. O ideal é que os professores não precisem aumentar o currículo escolar para inserir o tema Nanotecnologia em sala de aula. Conceitos como escala e polaridade, por exemplo, podem ser discutidos em outras perspectivas de acordo com o nível de escolaridade. Por esta perspectiva, em nível de graduação, a Nanotecnologia não deve ser uma disciplina (FONASH, 2002; TIWARI & CHATTOPADHYAYA, 2004), mas sim incluída em todo curso de Ciências ou Engenharias. Sabemos que, para que isso ocorra é importante que tenhamos uma equipe de docentes qualificados que domine as implicações desta tecnologia. Segundo Uddin e Chowdhury (2001), é importante para a melhora da qualidade de qualquer curso que discuta Nanotecnologia a disponibilidade de uma equipe especializada no tema, debates com a participação de pesquisadores na área e convidados do ramo industrial.

O estudo da nanotecnologia, por abranger diferentes áreas do conhecimento, é considerado multidisciplinar, envolvendo biologia, física, medicina, química, matemática, engenharia, computação, educação, meio ambiente, filosofia, sociologia, economia, entre outras áreas. “Não é um exagero afirmar que no universo nanométrico todas as ciências se encontram.” (TOMA, 2004, p. 21). Por esta perspectiva cada curso de graduação deve adaptar seu currículo de acordo com as necessidades de formação, priorizando a formação qualitativa do estudo.

A Introdução da Nanotecnologia nos curso deve ser ensinado mais a partir das perspectivas de desenvolvimento de conceitos e análise qualitativa e não derivações matemáticas. Todo esforço deve ser feito para transmitir a imagem grande e com diferentes exercícios de aprendizagem que em conjunto alcancem os objetivos do curso. Cada curso deve ser ensinado a

um nível adequado de pré-requisitos necessários. (UDDIN; CHOWDHURY, 2001, p.9)

Atualmente, são realizadas pesquisas no Brasil sobre Nanotecnologia em diversas áreas do conhecimento. Como a Educação em Ciências é nosso enfoque principal, podemos citar o estudo realizado na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP/SP), com o projeto “Nanoaventura”. Nanoaventura é um Museu interativo com atividades diversificadas sobre nanotecnologia e nanociência, como jogos, vídeos em 3D, simuladores que possibilitam a interação do aluno com a manipulação de átomos, moléculas e substâncias na escala nanométrica.

A proposta foi criar uma exposição interativa que pudesse atrair o interesse do público infantil e adolescente (9-14 anos) para a nanociência e a nanotecnologia gerando um espaço de aprendizado e divertimento. Nessa perspectiva, a NanoAventura foi pensada como um convite a explorar o mundo nanoscópico por meio de imagens, músicas e simulações de um modo lúdico.(MURRIELLO; CONTIER; KNOBEL, 2005, p.2)

Este projeto está em desenvolvimento desde 2005 e visa à despertar o interesse de crianças e jovens para a aprendizagem desta nova tecnologia. De acordo com os autores, os principais desafios para o desenvolvimento deste Museu foram o despertar de interesse por uma ciência pouco conhecida e tornar visível o que não se enxerga a olho nu.

De acordo com ROCO (2002), a melhor forma de ocorrer um entendimento da dimensão nanométrica é a visualização das estruturas em nanoescala e como elas são aplicadas a nível macro. Desta forma, pode-se relacionar e romper com as limitações do que não podemos observar.

2.2 Pesquisa: a chave para a evolução do conhecimento.

Para que esta pesquisa fosse mais efetiva e garantisse uma aprendizagem eficiente aos participantes, foi utilizada a metodologia do Educar pela Pesquisa para o desenvolvimento do tema Nanotecnologia. Desta forma, a seguir, serão abordadas as definições da pesquisa em sala de aula, bem como, a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel.

Cada vez mais, são discutidas as metodologias desenvolvidas em sala de aula para que ocorra uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1968). Mas como

podemos tornar isso efetivo? Teóricos como David Ausubel e Joseph Novak, defendem a teoria da aprendizagem significativa. Um dos princípios desta teoria é de que o sujeito deve possuir alguma forma de conhecimento inicial sobre determinado assunto para poder “ligar” este conhecimento a um novo e desta forma possuir algum significado para ele. A importância dos conhecimentos prévios para a ligação com novos conhecimentos constitui um dos fatores determinantes na aprendizagem, ou seja, a reconstrução do que já se sabe.

A estrutura cognitiva se desenvolve através da incorporação não arbitrária de material de aprendizagem significativo, mas, por sua vez, material de aprendizagem significativo é aquele que, potencialmente, pode ser incorporado à estrutura cognitiva de maneira não arbitrária.(NOVAK, 1981, p.55)

Ainda que a aprendizagem possa ocorrer de maneira mecânica e sem relacionamento com conhecimentos anteriores, a aprendizagem significativa passa pela subjetividade dos indivíduos “determina o que o aprendiz sabe e ensina-o de acordo” (AUSUBEL in NOVAK, 1981, p.9) e se incorpora através do relacionamento com parâmetros já adquiridos.

Para Novak, a aprendizagem ainda está relacionada a outro fator, o afetivo. De acordo com o autor, o aluno deve querer (MOREIRA, 1997) aprender. “Prontidão para aprender não implica necessariamente na ocorrência de aprendizagem; o indivíduo deve estar também motivado para aprender.” (NOVAK, 1981, p. 78). Destaca a importância dos sentimentos na relação professor-aluno. A estrutura afetiva do indivíduo e seus relacionamentos em sala de aula e fora dela constituem fator relevante para o processo ensino-aprendizagem. “Sinais internamente originados de prazer e dor, caracterizados como estímulos afetivos, são reconhecidos como emoções ou aprendizagem afetiva.” (NOVAK,1981, p.11) e exercem um papel importante na aprendizagem de habilidades.

Por estas perspectivas, a pesquisa em sala de aula é a metodologia que pode contribuir para que a aprendizagem seja significativa substituindo aquelas que submetem o aluno ao professor, tornando-o ouvinte e reproduzidor do que lhe é dito. Pesquisar é tornar cotidiana a atitude de questionar e valer-se autônomo e produtor do seu conhecimento, contribuindo para a formação de sujeitos críticos e inseridos na sociedade.

A educação pela pesquisa constitui-se em forma de socialização e construção de autonomia dos sujeitos envolvidos, garantindo-lhes um domínio qualitativo do instrumental da ciência, numa perspectiva para intervenções transformadoras nas realidades em que se inserem. Dentre os produtos da educação pela pesquisa mais destacados está o desenvolvimento da autonomia e socialização dos sujeitos envolvidos. (MORAES, 2004, p.139).

As aulas ganham dimensões diversificadas, onde o aluno torna-se sujeito ativo na construção do conhecimento. É capaz de argumentar, debater, propor hipóteses, escolher e tomar decisões. “Parece existir algo muito poderoso em relação ao fato dos próprios alunos assumirem a função de perguntar” (WERTSCH, 1998, p. 129). O aluno é instigado a procurar, a buscar novos argumentos que justifiquem o que é estudado, intensificando assim a autonomia e a iniciativa de pesquisa. Estas qualidades, quando incentivadas, fazem com que o aluno desenvolva suas interpretações tornando-o reconstrutor do seu conhecimento. “Interpretar pode significar exatamente esta pretensão de interpor no processo transmissivo um sujeito que se recusa a ser mero instrumento de passagem. O que por ele passa, toma tom próprio, tem marca pessoal.”(DEMO, 2005).

Todos sabem que não é simples deixar de ser um observador para tornar-se um produtor de conhecimento. É importante que o aluno seja capaz de questionar e de ir à procura de respostas para suas inquietações. Muitos professores não se sentem seguros quando possuem alunos em sua sala de aula que perguntam, incomodam com os “porquês”, mas é desta forma que o aluno se mostra interessado e a partir disso o professor deve incentivar a procura pelas respostas. Ninguém é detentor da sabedoria suprema. E então porque o professor não pode aprender junto? Reconstruir junto, tornando-se parceiro da aprendizagem?

[...] a sala de aula com pesquisa que propomos se afasta do modelo tradicional de ensino, em que um professor investido de poder transmite conhecimento aos alunos. Ao contrário, considera que o conhecimento e o poder são compartilhados e surgem do compromisso mútuo entre professor e aluno. A aprendizagem é entendida como um processo de construção que é resultado das interações entre o que cada um conhece com a nova informação, criando uma rede mais complexa de significados. (GALIAZZI, 2006, p.301)

O professor deve saber ouvir, para que desenvolva no aluno a capacidade de pensar em possibilidade, argumentar com seu discurso sobre os fenômenos estudados e saber relacionar conteúdos curriculares com o dia-a-dia do aluno. Isso

faz com que a realidade seja inserida em sala de aula. “Um professor é competente quando, com eficiência, ensina o conteúdo formal de sua disciplina, mas com compromisso político analisa o contexto social de seus alunos e ensina a partir desse contexto”. (GALIAZZI, 2004, p.294).

Desta forma, percebemos o quanto é importante a parceria entre aluno e professor para a aprendizagem significativa. Sendo assim, no próximo item, serão discutidas as etapas do processo da pesquisa em sala de aula destacando-se três etapas principais: o questionamento, a produção de argumentos e a comunicação.

2.2.1 Questionar, fundamentar e comunicar.

O conhecimento nunca é completamente novo. As ideias estão sempre em processo de reciclagem, ou seja, a partir do que já sabemos, desenvolvemos argumentos para reformular ou reconstruir constantemente o nosso conhecimento. “O conhecimento é sempre reconstruído e renovado. [...] Deve, no entanto, ser reconstruído, o que significa dizer que inclui interpretação própria, formulação pessoal, elaboração de trabalho, saber pensar, aprender a aprender.”(DEMO, 2005)

Um dos princípios da pesquisa em sala de aula é o questionamento, que favorece o processo de construção e reconstrução do conhecimento. O questionamento é vital no processo de aprendizagem à medida que as perguntas são válidas para a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos, instigam a procura por novas respostas e a melhor compreensão dos fenômenos possibilitando assim, a reconstrução de um novo significado para a realidade.

E como isso ocorre? Na maioria das vezes, através de dúvidas, quando não conseguimos algo ou quando ficamos curiosos em relação a determinado assunto é que somos instigados a procurar novas respostas, ou seja, a partir do que já conhecemos, desenvolvemos questionamentos e procuramos novas respostas. O mesmo deve ser feito em sala de aula com os alunos. Em um primeiro momento, é importante a identificação do que o aluno sabe sobre determinado tema - os conhecimentos prévios - e a partir deles, com o auxílio do professor, promover o questionamento reconstrutivo. O aluno deve ser capaz de problematizar e o professor de despertar a curiosidade e o interesse do aluno pela procura de respostas.

Questionar é importante, pois é o incentivo para a pesquisa. Mas a organização dos argumentos é o que justifica nossa opinião. É o que fundamenta os nossos questionamentos. Portanto, se quisermos que nosso posicionamento seja considerado pelos nossos pares, devemos construir argumentos que o sustente.

Argumentar não é convencer ou persuadir alguém de algo, mas é chegarem os interlocutores a um entendimento novo de algo, entendimento cooperativo produzido, já que resulta não da vitória de um dos contendores sobre demais e não é simples soma dos diversos pontos de vista, mas reconstrução coletiva de um consenso, que não seria verdadeiro se não significasse o assentimento de cada um. (HABERMAS, 1993)

Quando adquirirmos a habilidade de argumentar, somos capazes de decidir, opinar sobre determinado assunto e, conseqüentemente, de validar nossas próprias opiniões, ou seja, adquirirmos autonomia. A produção desses argumentos é fundamental para a pesquisa e também para a sociedade. Ser capaz de argumentar é ser capaz de evoluir seus conhecimentos.

A pesquisa em sala de aula precisa do envolvimento ativo e reflexivo permanente de seus participantes. A partir do questionamento é fundamental por em movimento todo um conjunto de ações, de construção de argumentos que possibilitem superar o estado atual e atingir novos patamares do ser, do fazer e do conhecer. (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2004, p.15)

É através da argumentação que os estudantes desenvolvem habilidades relevantes no processo de construção do conhecimento científico, como a identificação de afirmações contraditórias, reconhecimento de evidências e comparações entre evidências e teorias. De acordo com Kuhn (1993), a argumentação também pode ser empregada como uma forma de aproximação entre os pensamentos científicos e o cotidiano, já que também está muito presente no dia a dia.

O conhecimento científico e o cotidiano evoluem, tanto na sala de aula como na sociedade, pelos processos argumentativos. “A argumentação é utilizada pelos alunos para reforçar, enfraquecer ou modificar as associações entre os elementos e os objetos de troca discursiva, adequando os conceitos abordados na aula ao seu contexto de produção.” (VILLANI; NASCIMENTO, 2003, p.198).

. Por fim, destaca-se a importância da divulgação dos resultados obtidos, mesmo que temporários, nesse mundo de constante transformação. Faz-se necessário porque contribuem para a transformação da realidade. É um momento de socialização dos resultados, da apropriação coletiva, do debate e da apreciação crítica. A comunicação pode ocorrer em diferentes situações tanto na sala de aula como em eventos da própria comunidade científica.

No próximo item, realizou-se uma reflexão sobre Unidade de Aprendizagem, considerando-se uma possibilidade de vivenciar as diferentes etapas do processo de pesquisa em sala de aula.

2.3 Unidade de Aprendizagem

A Unidade de Aprendizagem (UA) é um modo de alternativo de planejamento, elaboração, organização e realização de atividades, sendo constituído dialogicamente no ambiente de sala de aula (GALIAZZI, GARCIA, LINDEMANN, 2006, p.68). Na sua metodologia, enfatiza a utilização de atividades diversificadas, vinculadas ao cotidiano do aluno, que favoreçam os conhecimentos prévios através da relação da realidade com o tema abordado.

Neste sentido, as Unidades de Aprendizagem contribuem para o desenvolvimento da argumentação, construir e reconstruir argumentos. Despertam no aluno a investigação, a capacidade de debater e propor ideias. O aluno é instigado à criatividade, contribuindo assim para sua formação tanto profissional como para a vida. De acordo com Rocha Filho, Basso e Borges (2006, p. 325): “Unidades de Aprendizagem podem ser compreendidas como um conjunto de atividades estrategicamente escolhidas para trabalhar um tema, a fim de se obter aprendizagens significativas em termos de conteúdos, habilidades e atitudes.”

As UAs podem ser utilizadas tanto de forma interdisciplinar, proporcionando uma interação entre diferentes áreas do conhecimento, como em atividades com um tema específico de acordo com a área do conhecimento visando à superação de um currículo estruturado e planejado.

Uma Unidade de Aprendizagem é um conjunto de idéias, de hipóteses de trabalho, que inclui não só os conteúdos da disciplina e os recursos necessários para o trabalho diário, senão também metas de aprendizagem, estratégias que ordenem e regulem, na prática escolar, os diversos conteúdos de aprendizagem. (GONZALES, 1999)

Outro aspecto a ser destacado nas UAs, é o papel do professor e do aluno no processo de ensino-aprendizagem. Ocorre uma interação professor-aluno de forma sequencial, mas flexível, que possibilita uma aprendizagem efetiva originada de um interesse do grupo pelo tema. “As relações de amizade e confiança são estreitadas e os vínculos afetivos criados entre professor e aluno colaboram para o desenvolvimento do trabalho em sala de aula”. (SILVA, 2006).

O professor adquire a função de mediador no processo de aprendizagem e deixa de ser um mero “transmissor de conhecimento”, desenvolvendo com o aluno a atividade em busca de respostas. “O sucesso na aplicação de uma Unidade de Aprendizagem é alcançado quando professor e aluno assumem o papel que cabe a cada um. O professor não perde sua responsabilidade e sua autoridade, mesmo sendo mediador na construção.”(MORAES; GOMES, 2007, p.273). Desta forma, a UA colabora para a aprendizagem do aluno de forma independente promovendo um avanço gradual na reconstrução do conhecimento.

Diferente do modelo tradicional avaliativo, que destaca o caráter quantitativo, formal e com data marcada para ocorrer, a avaliação do aluno na construção de uma Unidade de Aprendizagem é realizada através de um processo qualitativo e contínuo. O professor observa o que o aluno realiza tanto em atividades individuais como coletivas. É importante levarmos em consideração o que é produzido pelos alunos tanto de forma escrita como oral e sua interação em discussões e debates.

[...] é importante durante todo o desenvolvimento das unidades de aprendizagem estar atentos aos sinais que emergem na prática de sala de aula e que podem indicar os limites e as possibilidades do trabalho desenvolvido. Para isso, o registro das impressões da aula, os trabalhos dos alunos em forma de portfólios, a avaliação do grupo, podem favorecer dados para uma avaliação mais sistemática e fundamentada da unidade. (GALIAZZI; GARCIA; LINDEMANN, 2006, p. 81).

A organização curricular em forma de Unidades de Aprendizagem constitui uma excelente estratégia para obtermos uma aprendizagem mais efetiva e consciente do aluno. O dinamismo, o debate, a escrita e a leitura são fundamentais para o desenvolvimento de uma Unidade de Aprendizagem e contribuem de forma plena para o processo de aperfeiçoamento e desenvolvimento do ensino-aprendizagem. Por outro lado, exige do professor a sua constante atenção no direcionamento dos trabalhos levando em conta a correção de trajetórias de acordo com a prática de sala de aula e as necessidades que o grupo apresenta. A avaliação do processo ajuda a minimizar as possíveis dificuldades apresentadas pela falta de

experiência e/ou o receio em aplicar inovações como o trabalho com Unidades de Aprendizagem. O primordial é caminhar na construção de caminhos mais eficazes no discurso fundamental e articulado da educação.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo, será apresentada a metodologia da pesquisa, subdividida em seis partes: abordagem metodológica, destacando a natureza qualitativa da pesquisa; os sujeitos de pesquisa; os instrumentos de coleta de dados; a descrição resumida das atividades que foram realizadas; a metodologia de análise que foi utilizada e por fim, um detalhamento de cada atividade realizada durante o desenvolvimento desta pesquisa.

3.1 Abordagem metodológica

A pesquisa realizada teve uma abordagem qualitativa, descritiva e características de uma pesquisa-ação. De acordo com Ludke e André (1986), a pesquisa qualitativa é, essencialmente, naturalística, pois a relação entre o pesquisador e o ambiente a ser estudado é intensa, prolongada e descritiva. “O material obtido nessas pesquisas é rico em descrições de pessoas, situações, acontecimentos; inclui transcrições de entrevistas e de depoimentos, fotografias, desenhos e extratos de vários tipos de documentos.” (LUDKE e ANDRÉ, 1986, p.12), e todo o processo da investigação é de suma importância, pois o pesquisador analisa os acontecimentos e os estuda a medida que surgem as mais diversas questões.

Os aspectos essenciais da pesquisa qualitativa consistem na escolha correta de métodos e teorias oportunos, no reconhecimento e na análise de diferentes perspectivas, nas reflexões dos pesquisadores a respeito de sua pesquisa como parte do processo de produção do conhecimento, e na variedade de abordagens e métodos. (FLICK, 2004, p.20)

Esta pesquisa embasa-se em uma pesquisa-ação, na qual ocorre um envolvimento significativo do pesquisador e uma participação ativa dos sujeitos de pesquisa. Estes sujeitos, nesta pesquisa, foram escolhidos intencionalmente, ou seja, licenciandos participantes da mesma disciplina de um curso de Licenciatura em Química.

A pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. (THIOLLENT, 1985, p.14)

Outra característica importante desta pesquisa é o seu caráter de mudança que tem finalidade de provocar alguma transformação em um determinado ambiente.

A investigação-ação consiste na recolha de informações sistemáticas com o objetivo de promover mudanças sociais. Os seus praticantes reúnem dados ou provas para denunciar situações de injustiça ou perigos ambientais, com o objetivo de apresentar recomendações tendentes à mudança. A investigação aplicada, (...), procura resultados que possam ser utilizados pelas pessoas para tomarem decisões praticas relativas a determinados aspectos da sua vida.(BOGDAN; BIKLEN,1994, p.292)

3.2 Sujeitos da Pesquisa

Os sujeitos da pesquisa são licenciandos de uma turma do curso de graduação em Licenciatura em Química de uma instituição de ensino superior do município de Porto Alegre-RS. São dezoito alunos, sendo cinco graduandos em Química Licenciatura e treze graduandos em Química Licenciatura e Química Industrial, que foram convidados a participar desta proposta, pois a disciplina que estiveram cursando é direcionada a metodologias de ensino e possui uma integração entre licenciado, professor de ensino médio e escola. A disciplina referida acima possui uma proposta diferenciada onde os licenciandos, ao mesmo tempo, realizaram as atividades da instituição superior de ensino e acompanharam a realidade em uma escola de Ensino Médio. Essa metodologia possibilitou aos licenciandos aplicarem na escola as propostas desenvolvidas na disciplina, no caso do presente trabalho, as atividades da UA sobre Nanotecnologia.

3.3 Instrumentos de Coleta de Dados

Com a finalidade de atingir os objetivos da pesquisa, a investigação iniciou por uma atividade para o reconhecimento dos conhecimentos prévios dos participantes (Apêndice 1). Anotações ao longo das atividades no diário de sala e entrevista com alguns licenciandos (que tenham desenvolvido atividades sobre o

tema em sua escola)(Apêndice 2) e questionário final(Apêndice 3) como forma de reconhecer a modificação na percepção dos licenciandos sobre o tema do trabalho, completaram esta investigação.

3.4 Descrição das Atividades

As atividades foram realizadas em dez encontros. A seguir, um breve resumo de cada atividade:

O primeiro encontro foi dedicado à apresentação do que foi realizado durante o estudo do tema e uma discussão sobre o Educar pela Pesquisa. No segundo encontro, uma explosão de ideias a partir do tema Nanotecnologia, aplicando a atividade inicial (Apêndice 1) de levantamento de conhecimentos prévios. No final da aula, um texto (Anexo 2) que destaca as principais ideias sobre Nanotecnologia foi entregue aos alunos e solicitado que escrevessem, em forma de perguntas, todas as dúvidas, curiosidade ou o que achavam relevantes.

No terceiro encontro foram apresentados os questionamentos de cada licenciando e, a partir destes, foram agrupadas as questões de acordo com suas semelhanças. Logo após, determinou-se uma palavra que caracterizasse cada grupo, ou seja, uma categorização. Cada categoria gerou uma atividade de acordo com o assunto relacionado a ela. Na quarta aula, foram debatidas as metodologias que serão utilizadas para a abordagem de cada atividade.

O quinto, sexto e sétimo encontros foi destinado à produção da Unidade de Aprendizagem. No oitavo, foi realizada a atividade final desta pesquisa (Apêndice 3). No nono encontro, organizou-se a divulgação das atividades da UA sobre Nanotecnologia para a apresentação em uma Semana Acadêmica de um curso de graduação em Química. Por fim, a décima atividade culminou com a apresentação para graduandos, professores de Ensino Superior e Ensino Médio.

3.5 Metodologia de Análise

A análise e interpretação dos resultados foram efetuados por meio da Análise Textual Discursiva proposta por Moraes e Galiazzi (2007). A análise textual discursiva é uma metodologia de análise de dados qualitativos que tem por finalidade compreender e reconstruir os textos produzidos em uma investigação.

“Não pretende testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las ao final da pesquisa; a intenção é a compreensão, reconstruir conhecimentos existentes sobre o tema investigado.” (MORAES; GALIAZZI, 2007, p.11).

O processo é caracterizado por três etapas principais: a unitarização, a categorização e a produção de metatextos que se encaixam em dois momentos opostos, o de “desmontar” e o de “reconstruir” o que é analisado.

A metodologia consiste em desconstrução dos textos, ou seja, fragmentá-los para atingir as unidades constituintes. Este processo é denominado unitarização. “A unitarização constitui um movimento da análise de dados e informações capaz de propiciar as condições para uma reconstrução criativa da compreensão dos fenômenos focalizados” (MORAES; GALIAZZI, 2007, p.48).

A segunda etapa proposta é a categorização - processo caracterizado pela relação entre as unidades, reunindo-as em conjuntos, de acordo, com significados semelhantes. Estas semelhanças estão diretamente ligadas aos conhecimentos já existentes no pesquisador, ou seja, são apoiadas em base teórica estabelecendo uma relação entre os dados empíricos e o referencial teórico. “A categorização constitui um processo de classificação em que elementos de base - as unidades de significado – são organizados e ordenados em conjuntos lógicos abstratos, possibilitando o início de um processo de teorização em relação aos fenômenos investigados.” (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 75).

A concretização da análise textual discursiva se dá por meio da descrição das categorias e subcategorias. Esta etapa visa à construção de metatextos analíticos constituídos de descrição e interpretação dos fenômenos investigados. O metatexto resultante final da análise textual apresenta os argumentos construídos pelo investigador e com a capacidade de comunicação com outros. Da análise e interpretações do investigador emergem não a representação objetiva dos conteúdos, mas as construções e interpretações pessoais com referências a uma fidelidade relativa às informações confrontadas com os sujeitos da pesquisa. O processo consiste num constante recomeçar, num vai e vem contínuo do aprimoramento dos argumentos encontrados. Os textos são escritos não só para uma comunicação, mas, também, para um constante aprendizado.

Neste trabalho de pesquisa os questionamentos respondidos pelos licenciandos durante as atividades foram agrupados de acordo com suas características. Quatro categorias foram evidenciadas: conhecimentos prévios sobre nanotecnologia,

importância de trabalhar nanotecnologia no Ensino Médio, importância do tema para a formação de professores e mudança na percepção dos licenciandos após a UA. Que posteriormente serão discutidas no capítulo de análise dos resultados.

3.6 Relato dos Encontros

Para que o processo de coleta de dados fosse efetivo foram realizados dez encontros. A seguir, descreve-se detalhadamente cada um deles.

1º Encontro

As atividades na disciplina de Tutoramento em Prática de Ensino III iniciaram no dia vinte e cinco de agosto. O assunto abordado foi Pesquisa em Sala de Aula, como na aula anterior foi solicitada a leitura do texto¹. A professora ministrante iniciou o assunto, com alguns questionamentos: O que é? Em que consiste? Em que se fundamenta? O que se desenvolve? Qual o papel do professor? E do aluno? Como pode ser feita a avaliação?

Com isso, iniciou-se um debate sobre as questões formuladas. A partir da fala dos licenciandos a professora ministrante colocava no quadro negro palavras-chave que julgava relevante sobre o tema Educar pela Pesquisa, de acordo com o que era dito pelos licenciandos. Eram elas: criar situações, estratégia de ensino, questionamento crítico, argumentação, divulgação, cotidiano, desafio para professor, desafio para aluno, aluno ativo, professor orienta.

Por fim, a professora fez uma apresentação no Power Point sobre o tema, fundamentação, questionamento, argumentação, comunicação e como fechamento da atividade, apresentou duas histórias retiradas do texto: “Educar pela pesquisa: exercícios de aprender a aprender” (MORAES;LIMA, 2004), facilitando, assim, a compreensão das etapas do Educar pela Pesquisa.

¹ LIMA, Valderez Marina do Rosário; GRILLO, Marlene C. **A pesquisa em sala de aula**. In: LIMA, Valderez Marina do Rosário(org.).**A gestão da aula Universitária na PUCRS**. Porto Alegre. EDIPUCRS, 2008

2º Encontro

A aula começou com uma breve retomada sobre as etapas do Educar pela pesquisa. Logo após, a professora ministrante entregou para os alunos as folhas da atividade inicial sobre Nanotecnologia com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos e construir um conceito inicial sobre nanotecnologia (Apêndice 1).

Enquanto os licenciandos completavam os retângulos propostos na atividade, a professora colocou a palavra Nanotecnologia de forma centralizada no quadro negro para que todas as ideias fossem colocadas de forma coletiva. As palavras escritas pelos licenciandos foram agrupadas como ilustra as figuras 1.

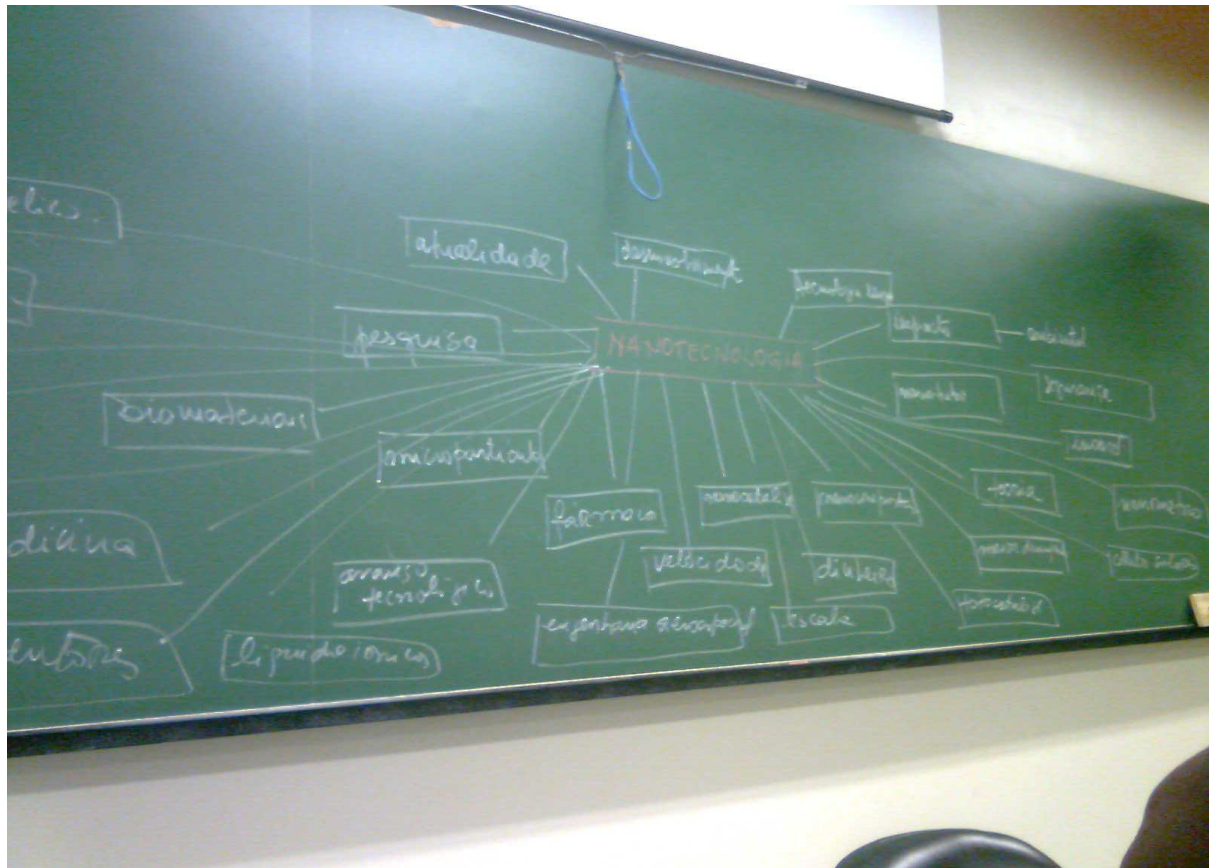


Figura 1: Quadro com as palavras relacionadas com o tema Nanotecnologia de acordo com os licenciandos

Durante a atividade, foi possível observar que muitos licenciandos já possuíam conhecimentos prévios sobre Nanotecnologia e suas aplicações. A partir, desta atividade foi proposto aos alunos que escrevessem um conceito para Nanotecnologia com base nas palavras apresentadas pelo grande grupo. Por fim,

outros dois questionamentos foram propostos, com a solicitação de que deveriam ser respondidos individualmente. São eles: de que forma a Nanotecnologia pode contribuir para sua vida? Você julga importante trabalhar com esse tema no Ensino médio? Justifique.

Na etapa final da aula, a professora pediu para que os licenciandos lessem, para a próxima aula um texto² e que questionassem o artigo, apresentando suas dúvidas, críticas e curiosidades através da elaboração de três ou mais questões sobre o tema Nanotecnologia e Nanociência.

3º Encontro

Questionamentos apresentados pelos licenciandos sobre o texto sugerido:

- 1) Até que ponto esta tecnologia é prejudicial à saúde?
- 2) Quais as aplicações da Nanotecnologia?
- 3) Existe alguma legislação vigente? Em que se baseia?
- 4) Qual a relação entre Nanotecnologia e o aumento de área superficial?
- 5) Quais os avanços essa nova tecnologia apresenta? O que há de novo?
- 6) Qual a diferença entre Nanociência e Nanotecnologia?
- 7) Qual a importância da ética para novas tecnologias?
- 8) Como essa nova tecnologia influencia em nosso cotidiano?
- 9) Onde armazenar?
- 10) O que são nano partículas?
- 11) Que benefícios podem trazer para nossa vida?
- 12) Como surgiu a Nanotecnologia?
- 13) Qual o impacto para o meio ambiente?
- 14) De onde vem o dinheiro para a Nanotecnologia?
- 15) Quem são os mais interessados?
- 16) Quais são os Impactos econômicos, sociais e políticos?
- 17) Quais as teorias que embasam essa tecnologia?
- 18) Com quais equipamentos podemos visualizar esses materiais?
- 19) Como podemos informar esses conceitos para leigos?

² Afinal, o que é Nanociência e Nanotecnologia? Uma abordagem para o Ensino Médio, (SILVA, S.; VIANA, M.; MOHALLEM, NELCY D. S.,2009)

- 20) Como medir uma nano partícula? E sua estabilidade?
- 21) Até que ponto, podemos confiar nessa tecnologia?
- 22) Como podemos trabalhar esse conceito de forma interdisciplinar?

A professora sugeriu que fosse feita uma Categorização, ou seja, um agrupamento das questões de acordo com suas semelhanças, determinando uma palavra que caracterize o grupo. Categorias construídas pelos licenciandos:

1 IMPACTO

- 1) Até que ponto esta tecnologia é prejudicial à saúde?
- 8) Como essa nova tecnologia influencia em nosso cotidiano?
- 11) Quais os benefícios podem trazer para nossa vida?
- 13) Qual o impacto para o meio ambiente?
- 16) Quais são os impactos econômicos, sociais e políticos?
- 21) Até que ponto, podemos confiar nessa tecnologia?

2 APLICAÇÕES

- 2) Quais as aplicações da Nanotecnologia?
- 5) Quais os avanços essa nova tecnologia apresenta? O que há de novo?

3 LEGISLAÇÃO

- 3) Existe alguma legislação vigente? Em que se baseia?
- 7) Qual a importância da ética para novas tecnologias?
- 9) Onde armazenar?

4 CONCEITO

- 4) Qual a relação entre Nanotecnologia e o aumento de área superficial?
- 6) Qual a diferença entre Nanociência e Nanotecnologia?
- 10) O que são nano partículas?
- 17) Quais as teorias que embasam essa tecnologia?
- 22) Como podemos trabalhar esse conceito de forma interdisciplinar?

5 HISTÓRIA

- 11) Que benefícios podem trazer para nossa vida?

6 RECURSOS

- 14) De onde vem o dinheiro para a Nanotecnologia?
- 15) Quem são os mais interessados?
- 18) Com quais equipamentos podemos visualizar esses materiais?
- 20) Como medir uma nano partícula? E sua estabilidade?

7 DIVULGAÇÃO

- 19) Como podemos informar esses conceitos para leigos?

Ao final da atividade, sete categorias foram construídas e, com isso, foi desenvolvido um mapeamento, figura 2 e 3, dos temas que irão ser depois trabalhados na Unidade de Aprendizagem.

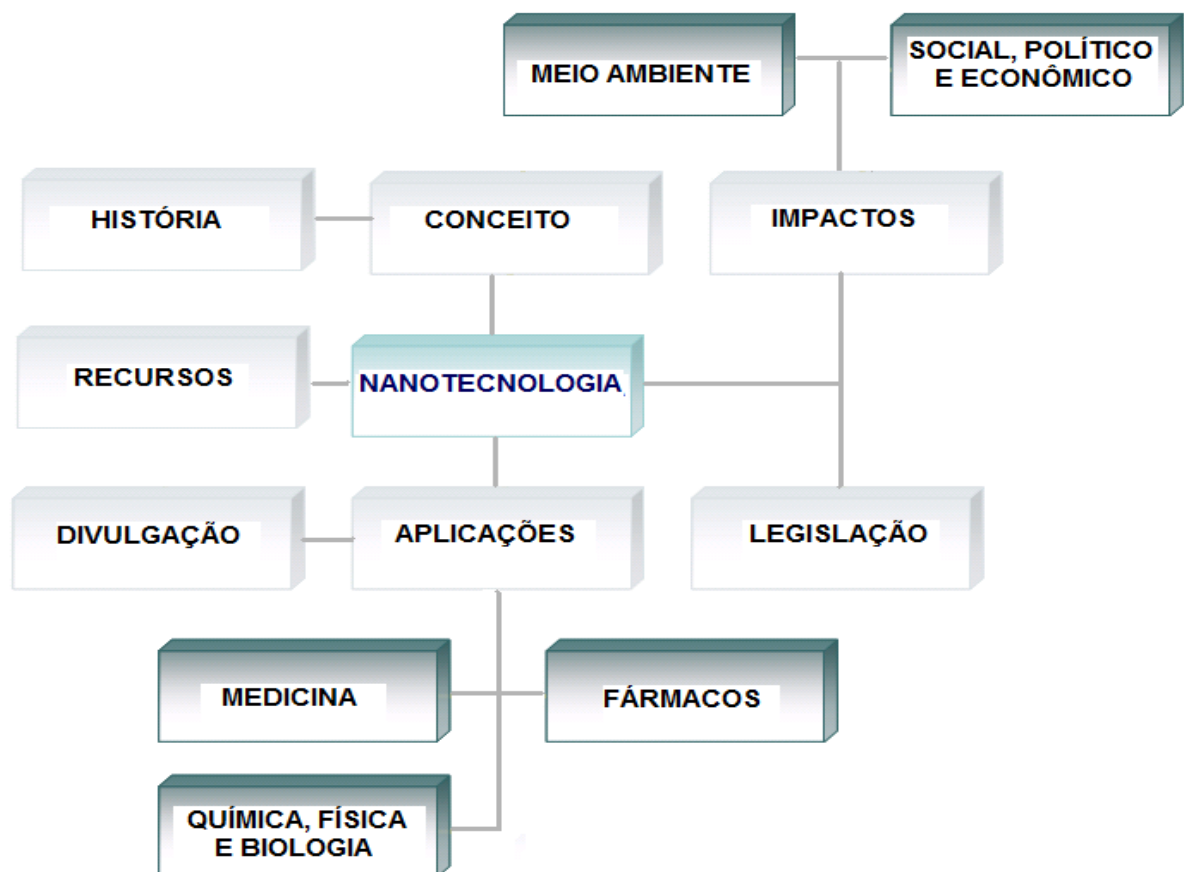


Figura 2: Fluxograma das palavras-chave do mapeamento.



Figura 3: Quadro verde com o fluxograma.

4º Encontro

A proposta para este encontro foi a escolha, em grande grupo, das metodologias que serão utilizadas para a elaboração das atividades da Unidade de Aprendizagem. Em um primeiro momento, a professora ministrante iniciou pela primeira categoria: definição (Conceito) do tema Nanotecnologia. Diversas sugestões colocadas: uma pesquisa introduzindo a ideia de Nanotecnologia, Nanociência, Nanocápsulas e Nanômetro; um debate; aula expositiva dialogada; palestra; filme; estudo de caso, entre outros. Diante de tantas ideias a professora sugeriu que colocássemos no quadro negro primeiramente as ideias de metodologia e então as relacionássemos com os sete temas escolhidos. Por fim, cada grupo, de no máximo três alunos, escolheu o tema que gostaria de desenvolver. Concluindo da seguinte forma:

METODOLOGIA SUGERIDAS	TEMAS ABORDADOS
Linha do Tempo	História, evolução da Nanotecnologia e da Ciência.
Pesquisa Investigatória Explosão de ideias Debate Aula expositiva Estudo de caso	Conceito, importância e recursos.
Júri simulado.	Impacto
Intercâmbio Visita	Divulgação
Construção de uma escala	Nanoescala
Atividade prática	- "Visão macro e microscópica".
Visita e Intercâmbio	Atividade extra classe
História em Quadrinhos e Jogos	- Todos os temas como forma de fechamento da UA.

Quadro 1: Metodologias e Atividades sugeridas para abordagem do tema Nanotecnologia

Ao total formaram-se oito grupos para a produção das atividades, que serão desenvolvidas durante o período de três semanas.

5º Encontro

Em um primeiro momento, a professora colocou no quadro a divisão das atividades para que os alunos ausentes na aula passada, pudessem escolher uma atividade a ser trabalhada e propôs um roteiro para as atividades, composto de: título, objetivos, tempo previsto, habilidades/attitudes, procedimentos e bibliografia. Sugeriu à professora que fosse também inserido o item de fundamentação teórica para que o trabalho adquirisse sustentação.

Logo após, os licenciandos dividiram-se em grupo com a finalidade de começar a formular atividades para a Unidade de Aprendizagem.

6º Encontro

Os licenciandos foram convidados a assistirem a um vídeo³ sobre Nanotecnologia, com a finalidade de estimular o interesse pelo assunto e promover ideias para a preparação das atividades. Por fim, acompanhamos o desenvolvimento das atividades em cada grupo. Alguns grupos já haviam realizado as atividades e feito um relatório parcial. A professora ministrante recolheu esses trabalhos para uma prévia análise e os devolveu no encontro seguinte para as correções dos grupos. Ao término da aula, debatemos as atividades já entregues pelos alunos.

7º Encontro

Em um primeiro momento, a professora ministrante propôs para os licenciandos que as atividades da Unidade de Aprendizagem sobre Nanotecnologia fossem divulgadas, através de um minicurso, para outros alunos da instituição de ensino e para professores de escolas, na Semana da Química. A Semana da Química é um evento esse que promove debates, palestras e minicursos nessa instituição de ensino. A divulgação ocorreu através de um minicurso em que os ministrantes foram os próprios licenciandos, que demonstraram grande interesse e decidiram participar. A organização do minicurso foi debatida em data mais próximo do evento.

As atividades deste encontro detiveram-se em uma breve apresentação do que cada grupo estava realizando. Logo após cada grupo relatar suas propostas, a professora ministrante, juntamente com os licenciandos, organizaram a Unidade de Aprendizagem sobre Nanotecnologia (Apêndice 2) de acordo com as atividades. Chegamos a um consenso e a UA foi dividida da seguinte forma:

- *Atividade 1 : Conceito de Nanotecnologia.*
- *Atividade 2: Estudo dirigido por meio informatizado.*
- *Atividade 3 : Linha cronológica da ciência.*

³ Disponível em: <http://video.globo.com/Videos/Player/Noticias/0..GIM119569-7823-NANOTECNOLOGIA.00.html>

- *Atividade 4: Do Macroscópico ao Microscópico: Construindo a Escala Nanométrica.*
- *Atividade 5 : Estudo de caso: nanotecnologia.*
- *Atividade 6 : Água: do problema à solução.*
- *atividade 7: juri químico: nanotecnologia em debate.*
- *atividade 8: Palestra: descobrindo a nanotecnologia: a ciência do muito pequeno.*
- *atividade 9: História em quadrinhos: descobrindo a nanotecnologia.*
- *atividade 10 : Atividades complementares sobre nanotecnologia.*

Ao término da aula, algumas alunas me convidaram, junto com a professora ministrante, para acompanharmos a apresentação que elas iriam realizar em outra disciplina, também na área de Ensino de Química, propondo uma abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) para o tema Nanotecnologia. A apresentação do grupo consistiu em um plano de aula, onde foi feito um levantamento de conhecimentos prévios e um mapeamento. Logo após a apresentação de um vídeo, como forma de estímulo e, por final, um júri simulado sobre o tema. A professora ministrante desta disciplina ficou bem interessada e curiosa sobre o tema, destacando, em grande grupo, a importância de temas atuais em sala de aula.

8º Encontro

Este encontro foi dedicado ao questionário final desta pesquisa (Apêndice 3). Ao final desta aula, os licenciando e a professora ministrante discutiram sobre a apresentação da Unidade de Aprendizagem sobre Nanotecnologia na Semana Acadêmica do curso de graduação em Química. Decidiram o nome que iriam dar para a UA: “Educar pela pesquisa: Nanotecnologia como Unidade de Aprendizagem”, a ordem de apresentação de cada trabalho e a ementa da proposta.

9º Encontro

As atividades deste encontro foram dedicadas à organização de um minicurso sobre o tema Nanotecnologia e Educação que foi oferecido para professores e

alunos de graduação na Semana Acadêmica do curso de graduação em Química. O nome escolhido pelos sujeitos de pesquisa para o minicurso foi: Educar pela Pesquisa: Nanotecnologia como Unidade de Aprendizagem. Desta forma, contemplaria os três enfoques do trabalho realizado, Educar pela Pesquisa, Nanotecnologia e Unidade de Aprendizagem.

10º Encontro

Neste encontro, foi realizada a apresentação da UA sobre Nanotecnologia na Semana Acadêmica do curso de graduação em Química.

O minicurso contou com a participação de alunos do curso de graduação em Química, de professores da instituição de Ensino Superior onde foi realizada esta pesquisa e de professores da rede de ensino.

A apresentação foi aberta pela professora ministrante com uma breve descrição do que iria ser apresentado e uma explicação sobre o Educar pela Pesquisa. Logo após, a pesquisadora apresentou definições e aplicações da Nanotecnologia e a importância do tema para a Educação. Por fim, cada grupo apresentou sua atividade na Unidade de Aprendizagem.

4 ANÁLISE E COMPREENSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, são discutidos os resultados obtidos durante esta pesquisa. Os depoimentos dos licenciandos, o questionário inicial e final foi unitarizado e categorizado de acordo com os objetivos da pesquisa, seguindo a metodologia da Análise Textual Discursiva, resultando nas seguintes categorias:

- DESCOBRINDO A NANOTECNOLOGIA: IDENTIFICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS
- IMPORTÂNCIA DE TRABALHAR NANOTECNOLOGIA NO ENSINO MÉDIO.
- IMPORTÂNCIA DO TEMA PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES.
- PERSPECTIVAS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA: MUDANÇAS NAS CONCEPÇÕES SOBRE NANOTECNOLOGIA.

Os resultados obtidos nesta análise tiveram também embasamento nas concepções, no planejamento e nos depoimentos dos licenciandos no decorrer da produção coletiva da Unidade de Aprendizagem. Bem como, no material produzido pelos professores em formação no final das atividades.

4.1 Descobrimo a Nanotecnologia: identificação dos conhecimentos prévios.

A finalidade do questionário inicial era identificar o que os licenciandos já sabiam sobre o tema nanotecnologia. As questões respondidas identificaram conceitos iniciais, aplicações, benefícios e riscos do tema nanotecnologia.

Qual a importância de identificar os conhecimentos prévios? É importante que um professor ao planejar seu trabalho em sala de aula parta do que o aluno já sabe sobre um determinado assunto. Este vínculo de significados potencializa a aprendizagem do aluno a cada nova interação.

Em uma pesquisa, isto ocorre da mesma forma. Para o pesquisador a identificação dos conhecimentos prévios, do(s) sujeito(s) de pesquisa, além de serem importantes para a elaboração das atividades seguintes, é um parâmetro de comparação das concepções dos sujeitos de pesquisa antes e após as atividades desenvolvidas.

Em qualquer processo de pesquisa, o pano de fundo hermenêutico sempre está presente, no sentido de que não podemos partir do nada. Aprende-se do que já se aprendeu, por reestruturação, reciclagem, até por que somos seres com passado, memória, sentido. É impossível inventar um texto sem contexto, pois este vem sempre antes, como condição intrínseca. (DEMO,2004, p.52)

Nesta pesquisa, a atividade inicial – O que você sabe sobre Nanotecnologia?(Apêndice 1) teve como finalidade a identificação dos conhecimentos prévios dos sujeitos de pesquisa sobre o tema Nanotecnologia. A pesquisadora e a professora ministrantes, antes da realização da atividade com os licenciandos, estavam muito apreensivas sobre as compreensões prévias dos alunos. A expectativa era que pela complexidade do tema Nanotecnologia, os licenciandos responderiam a poucos questionamentos e participariam sem interesse das atividades propostas.

Em um primeiro momento, os licenciandos realizaram uma explosão de ideias, ou seja, citaram palavras relacionadas com o tema Nanotecnologia. Muitas destas foram expostas pelos alunos, evidenciando conhecimento e interesse pelo assunto.



Figura 4: Esquema com as palavras relacionadas de acordo com os licenciandos

A partir das palavras destacadas na Figura 4 é possível evidenciar que os licenciandos relacionam nanotecnologia com aplicações tecnológicas, desenvolvimento científico e impacto ambiental. Durante a realização da atividade foi possível observar que todos os alunos participavam com interesse. Cada licenciando identificou, pelo menos, uma palavra importante relacionada com o tema abordado.

Em um segundo momento, os licenciandos responderam questionamentos específicos (Apêndice 1) de onde emergiram três subcategorias, todas relacionadas aos conhecimentos prévios dos alunos: definição de Nanotecnologia, aplicações da Nanotecnologia, riscos e benefícios da Nanotecnologia.

No primeiro questionamento, onde os alunos deveriam expressar uma definição para Nanotecnologia, foi sugerido a elaboração do conceito a partir das palavras por eles relacionadas anteriormente. A seguir, algumas colocações dos licenciandos.

- “ Nanotecnologia é uma tecnologia em escala nano de nano partículas.”(H)
 “ É uma tecnologia limpa, cujo desenvolvimento esta proporcionando o surgimento de novos produtos”.(A)
 “ avanço tecnológico desenvolvido através de pesquisas.”(B)

A partir dos depoimentos dos licenciandos percebeu-se que apresentaram um conhecimento superficial sobre a definição do termo solicitado. As respostas foram elaboradas a partir de frases curtas que não apresentaram consistência e rigorismo científico nos termos que definam Nanotecnologia. Por outro lado, algumas palavras que são importantes para a formulação do conceito de Nanotecnologia, como, nano partículas, nanométrica, nanômetro e micro partícula apareceram, em grande parte das falas dos licenciandos, evidenciando o conhecimento inicial sobre o tema.

Os conceitos à escala nano (níveis atômica, molecular e supramolecular) deve penetrar o sistema de educação na próxima década, de uma maneira similar como microscópica abordagem progredido nos últimos quarenta, cinquenta anos. (ROCCO, 2002, p. 5)

As concepções prévias estão, na maioria das vezes, vinculadas ao cotidiano do aluno, neste caso, dos sujeitos desta pesquisa. As palavras destacadas

anteriormente pelos licenciandos possuem relação direta com o seu dia a dia, com seu ambiente de vida.

Aprender consiste em envolver-se em permanente reconstrução do já conhecido, movimento em que conhecimentos anteriormente construídos servem de âncoras para novos saberes emergentes do processo de aprendizagem.(MORAES; GALIAZZI, 2007, p.191)

Outro aspecto evidenciado nas falas dos licenciandos foi a dificuldade da diferenciação entre os conceitos de Nanotecnologia e Nanociência. Os termos, apesar de possuírem definições diferenciadas, são complementares. A Nanotecnologia nada mais é do que a aplicação do que é estudado na Nanociência, ou seja, a Nanotecnologia está vinculada às tecnologias que serão aplicadas e a Nanociência são as teorias, os estudos sobre esta ciência.

Nanociência é o estudo de coisas muito pequenas na escala nanométrica.” [...]”A nanotecnologia compreende a evolução tecnológica na escala nanométrica.” “Nanotecnologia inclui as técnicas utilizadas para criar estruturas a uma escala de tamanho inferior a 100 nm.[...]. (O’CONNOR; HAYDEN, 2008, p.8)

Em muitas colocações, os licenciandos referiam-se a Nanociência e não a Nanotecnologia.” A nanotecnologia é uma área de estudo muito ampla e que abrange diversas áreas do conhecimento.”(K) Com isso, é possível identificar a carência de conceitos básicos sobre o assunto na formação destes futuros professores. “A fim de mostrar aos alunos a relevância da nanotecnologia no seu currículo de química um bom lugar para começar é definição de nanociência e nanotecnologia.” (O’CONNOR; HAYDEN, 2008, p. 4)

Apesar de, em menor número, algumas falas apresentaram uma maior clareza a respeito do entendimento da definição de nanotecnologia:

“ ..uma tecnologia que lança mão de estruturas muito pequenas, isto é, nanoescala do nanômetro.”(J)

“ A nanotecnologia esta fundamentada no conceito de nano partículas desenvolvidas para que os materiais produzidos tenham mais efetividade quando utilizados.”(F)

As colocações dos licenciandos mostram um mínimo de conhecimento sobre o que é Nanotecnologia e em nenhuma resposta foi apresentada a diferenciação correta entre Nanotecnologia e Nanociência. Afinal, esses professores estão realmente preparados para a abordagem de temas atuais em sala de aula? A

Nanotecnologia está no cotidiano de cada aluno, como esses professores responderão seus questionamentos? É evidente a importância e a necessidade de desenvolver nos cursos de formação de professores atividades que ampliem a fundamentação teórica dos conhecimentos sobre temas com a nanotecnologia.

A próxima constatação realizada foi referente às “Aplicações da Nanotecnologia”, percebe-se, que os licenciandos possuem um grande conhecimento da área que estudam, o tema e as suas aplicações específicas. Conforme fica evidenciado na fala de um dos alunos:

“...avanço tecnológico nas diversas áreas como medicina, indústria bélica, engenharia aeroespacial, inovação da pesquisa científica.”(A)

“A nanotecnologia é usada em diversas indústrias na fabricação de nanocompostos....Ex: fármacos, celular e eletrônicos.”(E)

“...eletrodeposição de silício, utilizando líquidos iônicos como eletrólitos para aplicação em células solares.”(N)

“ ..desenvolvimento da física, atuando com produtos cada vez menores, porém, com grande capacidade de armazenamento.”(K)

Analisando as falas dos licenciandos verificou-se a relação de vínculo, descrita na subcategoria anterior, do conhecimento inicial com o cotidiano do aluno. Apesar dos licenciandos terem pouco conhecimento teórico sobre o assunto é de destaque o conhecimento sobre a aplicação da Nanotecnologia em diversas áreas do conhecimento vinculadas diretamente ao dia a dia do sujeito. “As aprendizagens em Química, propostas aos educadores em sala de aula, necessitam partir de suas vivências e experiências, explorar seu cotidiano, evitando chegar a ele somente no final do processo.” (MORAES, 2007, p.194).

A partir disto, verificou-se que uma forma de começar a desenvolver o tema Nanotecnologia em sala de aula é partir do que o aluno já sabe, envolvendo-o em ações ligadas ao seu cotidiano. A grande vantagem do tema é a sua abordagem interdisciplinar. Esta pode ser relacionada a outras disciplinas ou componentes curriculares, desenvolvendo assim, atividades mais efetivas, enriquecendo a reconstrução do conhecimento do aluno.

Como último enfoque dentro deste capítulo sobre os conhecimentos prévios foi verificado a relação entre benefício e risco desta tecnologia. Mas o que se sabe

sobre os impactos que esta nova tecnologia pode trazer para os seres vivos e meio ambiente?

“ é uma tecnologia limpa, mas pode causar impactos ambientais e sociais, tende a ser uma tecnologia de maior segurança com menor custo.”(B)

“...quais são os reais impactos que eles podem causar.”(G)

“ trabalha-se com partículas tão pequenas que não se sabe ao certo qual o perigo de exposição com nano reagentes, por exemplo(...)”.(K)

Os riscos e benefícios da Nanotecnologia, terceira subcategoria, são apontados em quase todas as falas, destacando não somente o que esta tecnologia pode nos favorecer, mas também os impactos negativos que a Nanotecnologia pode causar para a sociedade.

As preocupações sobre os potenciais efeitos adversos do NT referem-se tanto a exposição e toxicidade. O tamanho muito pequeno de partículas nano-estruturadas coloca problemas específicos de exposição. NT partículas potencialmente podem penetrar profundamente os pulmões quando inalado, pode ser absorvido através da pele, e pode ser distribuído por todo o corpo humano uma vez que entrar em qualquer única parte do corpo.(DAVES, 2006, p.9)

Ao analisar as colocações dos licenciandos é evidente a consciência sobre os riscos que esta tecnologia pode proporcionar, mas não são conhecidos quais riscos seriam esses e de que forma a Nanotecnologia pode afetar os seres humanos e o meio ambiente.

A carência do conhecimento básico do tema fica explícita novamente na fala dos sujeitos de pesquisa. Como podemos ter profissionais formados, professores, que não dominam o mínimo de conhecimento sobre temas tão relevantes para a nossa sociedade? Existe sim, uma falta de informação tanto em âmbito de sociedade como na formação de profissionais com relação aos riscos de novas tecnologias desenvolvidas. Portanto, nada mais correto e ético que uma legislação seja elaborada ou que sejam incluídas, nas leis atuais, a manipulação, o controle, descartes e riscos para a utilização adequada da Nanotecnologia. Em 2009, o parlamento europeu exigiu uma revisão na legislação no que diz respeito aos riscos da Nanotecnologia:

A Comissão Europeia apresentou um plano de ação destinado a promover o crescimento seguro da nanotecnologia e, em fevereiro de 2008, publicou um código de conduta para uma investigação responsável no domínio das nanotecnologias. Vários projetos estão em andamento para obter opiniões e promover o debate sobre o futuro desta tecnologia emergente, incluindo FramingNano, que apoia o diálogo das partes interessadas na regulação e governança da Nanotecnologia. Houve inquietação considerável quando um projeto de relatório da comissão do Parlamento Europeu em matéria de ambiente, publicado em Janeiro, convidou a Comissão a aplicar o princípio de "sem dados não há mercado" para todos os nanomateriais até que toda a legislação seja revista. (EURACTIV, 2009).

Por outro lado, relevante tanto quanto os riscos são os benefícios da Nanotecnologia. A relação mais evidente, nas falas dos licenciandos, é a da Nanotecnologia com o bem estar pessoal e melhoria da qualidade de vida.

“(...)vida mais saudável e longa, com novos tratamentos para doenças e conforto.” (A)

“(...)maior desempenho do que outras tecnologias já existentes(...)melhorar a qualidade de vida, melhoria de produtos e em novas tecnologias.” (H)

“(...)desenvolvimento social, dinheiro, poder e hegemonia de indústrias farmacêutica, cosmética e eletrônica.” (K)

“ Para melhorar e desenvolver alguns produtos.”(G)

“ (...)facilitar e tornar mais eficiente o uso no cotidiano, de produtos desenvolvidos a partir dessas tecnologias.”(J)

Os professores em formação, participantes desta pesquisa, estão pouco informados sobre os benefícios e riscos da Nanotecnologia. Nas colocações ficam mais evidentes os benefícios do que os riscos, talvez porque grande parte das informações a respeito do tema sejam vinculadas a meios de comunicação e não ao currículo de formação de professores.

Na categoria seguinte, são apresentadas as ideias dos licenciandos sobre a importância do desenvolvimento de atividades sobre Nanotecnologia no Ensino Médio. As colocações dos licenciandos, nesta categoria, estão vinculadas aos seus conhecimentos iniciais, pois foram realizadas anteriormente a produção da unidade de aprendizagem.

4.2 Importância de trabalhar Nanotecnologia no Ensino Médio

Esta categoria surgiu a partir de questões respondidas pelos licenciandos no questionário inicial e final. A análise dos depoimentos dos licenciandos, em relação a esta categoria, apresenta enfoques muito importantes para a relação ensino e aprendizagem. Foi destacado o caráter interdisciplinar e cotidiano do tema Nanotecnologia e a importância da pesquisa em sala de aula.

A Escola é um espaço de infinita transformação. Apesar de, na sua grande maioria, possuir um caráter tradicional, alguns movimentos para a reformulação de currículo buscam, principalmente, a interação professor-aluno e aluno-cotidiano.

Mais do que chegar no cotidiano a partir das disciplinas, o importante é partir dele. Não se trata de organizar currículos que partem de programas disciplinares já dados, mas partir do contexto, iniciando-se a construção do currículo pela realidade do aluno, dos discursos por eles já dominados, visando a sua reconstrução. (MORAES, 2008, p. 21).

Os depoimentos dos licenciandos destacam a Nanotecnologia como um tema presente na vida dos estudantes o que o torna interessante e importante o seu aprofundamento. “(...) assunto presente no dia a dia deles, com pouco esclarecimento. Por isso, existem muitos questionamentos a esse respeito; então torna-se importante desenvolver este assunto mais profundamente em sala de aula.”(B). Sendo a nanotecnologia uma área interdisciplinar, apesar das dificuldades encontradas no ensino, poder-se-ia introduzir o conteúdo em sala de aula e explicar sobre o assunto visando enfoques em nossa sociedade.

“ (...)é importante o aluno ter conhecimento sobre a nanotecnologia, pois ela está presente no nosso cotidiano.”(H)

“ (...)um forma de aproximar a ciência do cotidiano do aluno.”(J)

Com isso surge a necessidade de um currículo interdisciplinar dentro das escola de educação básica e ensino superior. “Trabalhar de forma interdisciplinar é superar a fragmentação dos conteúdos e ocupar-se com os fenômenos em sua globalidade.”(MORAES,2008,p.23).No contexto interdisciplinar, agrupam-se diferentes áreas do conhecimento com a finalidade de estudar fenômenos. As atividades interdisciplinares aprofundam as possibilidades de reconstrução,

compreensão do conhecimento, elucidando a afinidade e sintonia entre as diversas áreas ou componentes curriculares.

Em virtude da natureza interdisciplinar, rápidos avanços na ciência e engenharia em nanoescala só prosperam em um ambiente colaborativo, onde professores e alunos de diferentes disciplinas discutem idéias, colaboraram e partilham os seus conhecimentos. (VOGEL; CAMPBELL, 2002, p.1)

Todos os licenciandos, em suas colocações, acham importante a inclusão do tema no Ensino Médio, a fim de tornar a sala de aula mais contextualizada e propiciar ao aluno vivenciar um assunto que abrange diferentes componentes curriculares.

“(...)propicia ao aluno uma vivência onde se possa relacionar as diferentes áreas do conhecimento.”(L),

Uma das alternativas para que este discurso seja inserido em sala de aula é a abordagem de Pesquisa em Sala de Aula (MORAES, LIMA, 2004). A pesquisa em sala de aula é uma das chaves para o desenvolvimento do aprendizado e torna o aluno o sujeito principal da reconstrução do conhecimento.

(...)a sala de aula com pesquisa que propomos se afasta do modelo tradicional de ensino, em que um professor investido de poder transmite conhecimento aos alunos. Ao contrário, considera que o conhecimento e o poder são compartilhados e surgem do compromisso mútuo entre professores e alunos.(GALIAZZI, 2004, p.301)

A pesquisa em sala de aula faz com que o aluno desenvolva habilidades de questionamento e argumentação procurando despertar assim um ser crítico e interessado em buscar novos conhecimentos. A consciência de que a Pesquisa em Sala de Aula é uma alternativa para a aprendizagem do tema Nanotecnologia fica evidente na fala de um dos licenciandos. “(...)tema atual certamente irá despertar o interesse do aluno. A curiosidade do aluno leva-o à pesquisa, logo, à aprendizagem. (P)

Os professores em formação reconhecem que os conteúdos trabalhados dentro da sala de aula devem servir para o aluno entender e conhecer melhor o mundo em que vive. “É das relações estabelecidas entre as bases lógicas das ciências e as concepções próprias que o estudante pode partir para ampliar a sua

compreensão sobre o mundo em que vive e beneficiar-se do progresso científico.”(LIMA;GRILLO, 2008, p. 119)

Isso desperta o interesse e a curiosidade do aluno. Torna o conhecimento significativo, promove a pesquisa e, conseqüentemente, a capacidade de argumentação e de questionamento. Segundo os licenciandos o tema nanotecnologia parece ser adequado para estabelecer a ligação entre a sala de aula e o processo de ensino-aprendizagem.

No subcapítulo a seguir refletiu-se sobre as concepções dos licenciandos desta pesquisa sobre a importância do tema Nanotecnologia na formação inicial de professores.

4.3 Importância do tema para a formação de professores.

No questionamento proposto para os sujeitos de pesquisa com relação a esta análise evidenciou-se a importância da preparação dos professores para lidar com temas atuais. Destacaram a importância do tema nanotecnologia e de sua inserção na Educação Básica e Superior.

A grande maioria dos licenciandos acredita que é “obrigação” dos professores possuir conhecimento sobre temas atuais. “(...)cada vez mais a nanotecnologia esta sendo discutida, o professor tem a obrigação para poder trabalhar não só a nanotecnologia, mas outros assuntos.”(D)

Porém, alguns licenciandos defendem que a grande maioria, principalmente professores formados, não está preparada para a abordagem deste tema em sala de aula.

H – “ O professor tem que *estar sempre bem atualizado e por dentro dos últimos acontecimentos, até para uma eventual mudança* em sua metodologia de ensino.”

J – “ ...acredito que hoje os professores não estão bem preparados para abordar este tema em sala de aula.”

Notou-se que o tema Nanotecnologia, assim como, todos os outros temas, são considerados importantes e essenciais na formação de professores. A Nanotecnologia não deve ser tida como um tema isolado, mas como um tema

comum, com a mesma importância de outros temas dentro do sistema de Ensino. É importante que o professor insira na sala de aula temas atualizados, de destaque em nossa sociedade, que atendam a demanda do crescimento da ciência e da tecnologia, pois a inserção destes temas favorecem, dentre muitos, a reflexão crítica do sujeito. “Um professor é competente quando, com eficiência, ensina o conteúdo formal de sua disciplina, mas com compromisso político analisa o contexto social de seus alunos e ensina a partir desse contexto.” (GALIAZZI, 2004, p. 294)

Na fala do sujeito E de pesquisa: “ o assunto deve ser apropriado não só pelas instituições de pesquisa mas pela Escola como um todo.” A Nanotecnologia deve ser inserida não somente no Ensino Superior, mas também na Educação Básica e, para que isso ocorra, os professores em formação nas instituições devem estar preparados para lidar com este tema dentro da sala de aula.

O professor durante seu processo de formação inicial, continuada e na docência qualifica sua prática educativa. O papel do professor é de um agente de transformação capaz de construir e planejar o currículo escolar, ampliar suas metodologias, manter-se atualizado perante a novas realidades, qualificar-se profissionalmente e qualificar e quantificar o processo de ensino-aprendizagem.

Para enfrentar as demandas de mudanças impostas pela velocidade do avanço científico e tecnológico, em que os problemas educacionais ampliam-se e tornam-se complexos, provocando desafios que nem sempre conseguem ser enfrentados no ritmo exigido pela sociedade, ressalta-se a necessidade da formação de um professor com um novo perfil.(BOFF, FRISON e DEL PINO, 2007, p.71)

Um novo perfil de professor capaz de superar a forma convencional ou tradicional de “dar aula” está relacionado à tentativa de buscar novas práticas docentes. O educador, em sua formação ou no início de sua atividade docente, sente-se capaz e confiante em propor atividades diferenciadas e contextualizadas em sala de aula, mas o que fazer quando se depara com uma realidade, muitas vezes, decadente das escolas e do sistema de ensino? Desinteresse dos alunos. Dificuldades de parcerias entre educadores, ou seja, professores isolados, sem comunicação. O pouco caso das escolas quanto ao apoio às novas propostas deste novo perfil de professor.

Como o professor pode lidar com tantos desafios diante das dificuldades apresentadas em sua prática pedagógica? Toda atividade profissional apresenta dificuldades. É exigido do professor, ao lidar com a formação e com o sentimento de

outras pessoas, um comprometimento e uma dedicação pela sua profissão. Por isso, a tentativa de fazer diferente não deve ser esquecida ou desmotivada por alguns desgastes do Ensino. O professor confiante na sua prática encontra caminhos de como lidar com situações adversas. Conhecer um todo, não somente conteúdos, mas a relação desses conteúdos com o contexto na sua sociedade. Isso propiciará mais interesse e facilidade em planejar atividade diferenciadas e com temas atuais.

Quando nesta pesquisa os licenciandos refletem dizendo: “ os alunos devem ter conhecimento sobre esse assunto (nanotecnologia, nanociência) o professor tem obrigação de estar bem informado e interado.”(sujeito C). Percebe-se a importância da qualificação do professor. Um dos grandes problemas enfrentados pelo professor para a introdução de metodologias adequadas e desenvolvimento de temas diferenciados em sala de aula é a falta de conhecimento sobre determinado assunto. “ importante para aqueles que há muito saíram da faculdade e necessitam de reciclagem periódicas, o que deveria ser uma constante obrigatoriedade.”(L). A carência desses conhecimentos está presente não somente nos professores formados mas naqueles que estão em processo de formação. “..muitos dos professores não conhecem esse tema com tal profundidade.”(A).

A inserção de temas como a nanotecnologia em sala de aula na Educação Básica depende da formação inicial e continuada do professor. A metodologia de pesquisa em sala de aula é uma alternativa eficiente para a efetivação deste processo, pois é uma forma de superação de dificuldades encontradas.

Por fim, descrevem-se as mudanças nas concepções dos licenciandos após o desenvolvimento desta pesquisa com relação a: segurança com o tema, possíveis mudanças na percepção sobre a importância do tema, definição e finalidade da Nanotecnologia.

4.4 Perspectivas na formação de professores de Química: mudança nas concepções sobre nanotecnologia.

Os licenciandos, ao final da produção coletiva da Unidade de Aprendizagem, responderam a um outro instrumento de coleta de dados(Apêndice B e C). Este instrumento denominado “Evolução do conhecimento sobre nanotecnologia” tinha por finalidade identificar as mudanças ocorridas com os licenciandos durante toda esta pesquisa.

O presente subcapítulo descreve as contribuições que proporcionaram a construção coletiva da Unidade de Aprendizagem sobre nanotecnologia para os futuros professores. Destaca a segurança, a importância do tema para uma futura abordagem em sala de aula, a modificação com relação aos conceitos básicos e o aprofundamento do conhecimento sobre nanotecnologia. Por fim, enfatiza-se pontos positivos e negativos que contribuíram para a formação inicial dos licenciandos.

Ao final da produção coletiva da Unidade de Aprendizagem, uma grande questão se impunha: se os licenciandos em Química conseguiram, através da metodologia Pesquisa em Sala de Aula, a apropriação do tema, ou seja, se sentem seguros para abordarem o tema Nanotecnologia em Sala de Aula.

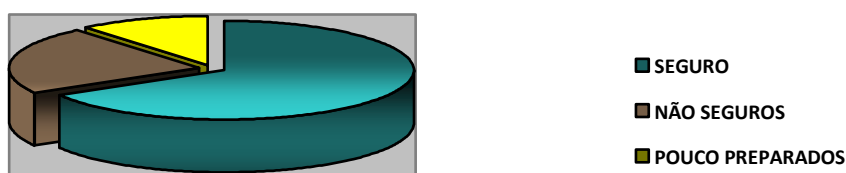


Gráfico 1: Segurança com o tema Nanotecnologia

No gráfico acima, é possível verificar que a grande maioria sentiu-se seguro, mais precisamente, doze licenciandos, quatro não se sentiram seguros e dois pouco preparados.

“estou preparada para elaborar atividades básicas, com conceitos iniciais sobre o assunto.”(D)

Na reflexão dos licenciandos a escolha do método de pesquisa para a abordagem do tema Nanotecnologia, ajudou na apropriação do tema pelos licenciandos envolvidos conforme evidenciado em suas falas:

“... foi muito legal este método de estudo, através da pesquisa. Gostei muito, nos aprendemos muito com a pesquisa e me sinto preparada.”(H)

O licenciandos sentiram-se motivados a desenvolver o tema nanotecnologia em sala de aula, bem como, desenvolver metodologias inovadoras. Defende-se que

a produção de uma UA utilizando a pesquisa em sala de aula proporcionou, aos professores em formação, capacidade de enriquecer seus conhecimentos sobre o tema.

O que se aprende, se desgasta, porque tudo que um dia foi novo, envelhece. Por isso, reconstruir é uma empreitada dialética, que vive de superações infinitas, por elevação. Este é um dos argumentos fundamentais de educação permanente.(DEMO,2004, p.63)

Além disso, os licenciando se apropriaram da metodologia aplicada, ou seja, vivenciaram a metodologia de pesquisa em sala de aula.

“ após abordar este tema na UA, pois a partir disso pude perceber que o tema pode ser abordado de uma forma menos teórica e abstrata, sendo as atividades apresentadas bem didáticas e divertidas.”(J)

Dessa forma, acreditasse que a partir do conhecimento adquirido, tanto específico como metodológico, os professores em formação que vivenciam a metodologia da pesquisa em sala de aula para a abordagem do tema nanotecnologia, são capazes de diversificar, aprofundar e aprimorar suas práticas pedagógicas em sala de aula.

“ ...já apliquei na escola onde faço estágio e o resultado foi bem positivo.”(I)

Deixando para o passado aulas tradicionais onde existe somente quadro, giz, livro texto, reprodução de conteúdos e subordinação do aluno pelo professor. “ O aluno é enganado redondamente, porque vai descobrir, mais cedo ou mais tarde, que está despreparado para a vida, porque esta lhe exige criatividade, não simples reprodução”(DEMO, 2004, p. 71).

A metodologia da pesquisa em sala de aula proporciona o diálogo, a interação professor-aluno, o posicionamento pessoal perante assuntos e a diversificação de atividades o que favorece a reconstrução do conhecimento.

Pesquisa passa a ser uma estratégia pedagógica fundamentada na proposta de construir coletivamente essas aprendizagens. Ela exige responsabilidade e troca na sala de aula, tanto na interação aluno-aluno, como na de aluno-professor.(...) No educar pela pesquisa, o educar utiliza o questionamento reconstrutivo como mediação no processo de reflexão e construção das aprendizagens do aluno.(FRISON, 2004, p. 147)

Percebeu-se que é possível encontrar estratégias de ensino que facilitem a abordagem do tema nanotecnologia. Os licenciandos identificaram a proposta desta pesquisa como uma forma de prática pedagógica acessível ao tema nanotecnologia.

J – “ sempre acreditei ser importante trabalhar este assunto de alguma forma em sala de aula, mas somente após esta atividade pude observar que este tema pode ser trabalhado de uma maneira mais fácil com os alunos do Ensino Médio.”

Apesar de parecer complexo o tema, como coloca um licenciando:

G – “ ...após a construção da UA percebi que existem possibilidades didáticas de se inserir este tema tão complexo.”

É viável a elaboração de atividades diversificadas que superem a metodologia tradicional com o tema nanotecnologia.

F – “ .. o tema não é tão complexo para os alunos de ensino médio e é possível construir varias atividades com este tema acessíveis aos alunos.”

A nanotecnologia vai trazer mudanças na sociedade que não pode ser subestimada; algumas mudanças são imprevisíveis, algumas podem representar riscos para além dos benefícios desejados. Há uma explosão de descobertas nos últimos anos, e este é esperado para acelerar na próxima década.(ROCCO,2002, p.3)

Nos depoimentos, um dos principais aspectos observados foi a evolução na construção do conceito e da fundamentação de nanotecnologia. Questões específicas(Apêndice B) como: O que é Nanotecnologia? O que significa o termo “nano”, nanômetro e nanoescala? Quais propriedades podem ser modificadas? Qual a finalidade da nanotecnologia? Foram respondidas novamente pelos licenciandos com a intenção de compreender esta mudança ocorrida nas falas dos sujeitos de pesquisa. De acordo com os licenciandos:

“ (...)nano porque é pequena, nanômetro é a escala utilizada e nanoescala é a escala de 10^{-9} .”(D)

“ unidade métrica é a milionésima parte do micron.”(E)

Na fala dos sujeitos de pesquisa fica evidente o conhecimento adquirido sobre nanotecnologia após as atividades desta pesquisa. Anteriormente, não haviam sido

referidas palavras específicas do conceito de nanotecnologia como evidenciado no primeiro subcapítulo deste capítulo desta pesquisa.

“ nano = pequeno ; 1 nanômetro = 1 bilionésimo de metro ; nanoescala = medida nanométrica 10^{-9} nanômetros(I)

Palavras como nanoescala, micron e nanômetro são apresentadas de forma fundamentada, ou seja, a definição destes termos foi colocada dentro do conceito de nanotecnologia.

O curso de nanotecnologia pode ser projetado com novas abordagens pedagógicas, dependendo do programa a que se destina. A metodologia de planejamento do meio que este assunto será ensinado é a chave para proporcionar conceitualmente este tema difícil. (O'CONNOR; HAYDEN, 2008, p.2)

Outro aspecto observado foi a consistência teórica das respostas dos estudantes e a definição correta do que é nanotecnologia. Antes da pesquisa, eram somente definições vagas, com um conhecimento superficial e notou-se uma inversão de conceitos em relação à Nanotecnologia e Nanociência. Observou-se que essa troca de definições não ocorreu nas respostas à questão: O que é Nanotecnologia? Como mostrado a seguir:

“ tecnologia que manipula átomos na escala nanométrica conferindo novas propriedades aos materiais.”(E)

“(...)tecnologia que busca o desenvolvimento de novos materiais com uma escala diferente.”(F)

Notou-se, portanto, que as atividades de produção coletiva da Unidade de Aprendizagem utilizando a metodologia da Pesquisa em Sala de aula para a iniciação do conhecimento sobre o tema nanotecnologia foram efetivas. Ajudaram os futuros professores no aprofundamento do caráter teórico e científico do tema.

Foram exemplificadas, também por meio de questões, evidências do conhecimento sobre as propriedades e a finalidade da nanotecnologia. O conhecimento sobre esse assunto aprimora a definição de nanotecnologia e favorece o domínio do tema. Como foi colocado pelos sujeitos de pesquisa:

“ ..propriedades mecânicas, como tenacidade, impermeabilidade, dureza, propriedades anti chama, muito duração.”(F)

“ (...)propriedades físicas como moldabilidade, elasticidade e propriedades químicas como a cor, a ligação o aspecto.”(G)

“ ponto de fusão, emissão de ondas (cores) , condutividade, absorção mais rápida, dissolução, afinidade eletrônica.”(J)

Nas falas dos licenciandos foram relacionadas propriedades que são modificadas com o uso da nanotecnologia. O fato dos licenciandos terem produzido atividades que compuseram a unidade de aprendizagem fez com que os mesmos tivessem que pesquisar sobre o tema apropriando-se efetivamente do tema desta pesquisa. Outra etapa importante nesta pesquisa foi o vídeo visto pelos licenciandos no sexto encontro. A finalidade maior deste instrumento foi a motivação para o início das atividades da unidade de aprendizagem. Porém, muito foi aprendido com este vídeo. Os licenciandos puderam observar na prática as mudanças que a nanotecnologia possibilita nos materiais em que esta é aplicada.

A aprendizagem interativa deve ser a marca de educação nanotecnologia. A tecnologia pode desempenhar um poderoso papel na facilitação de aprendizagem interativa, tanto dentro como fora da sala de aula. Os alunos podem participar projetos de pesquisa em nanotecnologia e desenvolver experimentos de laboratório em todo o mundo através da Internet. (UDDIN; CHOWDHURY, 2001,P.2).

Nos depoimentos dos licenciandos, evidenciou-se aspectos referentes à opinião dos estudantes sobre todo este trabalho desenvolvido nesta pesquisa, como mostra a seguir:

A atividade foi muito interessante do ponto de vista didático e científico, pois ao mesmo tempo, tanto professor quanto aluno, aprendem, pesquisam e interagem. Em minha opinião, só houve pontos positivos, pois se aprendeu uma nova forma de ensinar. Para minha formação esta atividade foi significativa, pois aprendi uma nova maneira de interagir e ensinar aos alunos. A metodologia de pesquisa em sala de aula é estimulante para o aluno pois ele interage com novas tecnologias como a internet e aprende a pesquisar em periódicos científicos. É um aprendizado para a vida do aluno.(Sujeito A)

Na formação inicial de professores o aluno tem a chance de vivenciar diferentes práticas pedagógicas dentro da área do conhecimento optada. O

interesse do aluno vai depender do tipo de metodologia empregada pelo professor. Dessa forma, professores em formação e professores universitários devem atuar em parceria na procura pela metodologia capaz de tornar todos os sujeitos pesquisadores e promotores do conhecimento.

Todas as atividades relacionadas a pesquisa em sala de aula, abordadas nos tutoramentos contribuíram muito para minha formação. Sinto-me mais preparada para trabalhar com meus alunos. Considero minha formação acadêmica em licenciatura excelente, e isso deve-se aos trabalhos realizados, sendo este (nanotecnologia) uma das grandes contribuições. (Sujeito G)

Foi possível verificar que as atividades desenvolvidas durante este trabalho de pesquisa auxiliaram os professores em formação a fundamentar os seus conhecimentos iniciais sobre o tema nanotecnologia e que também reconheceram, a partir da vivência da construção coletiva de uma UA, a importância da metodologia utilizada para que esse objetivo pudesse ser alcançado.

Apesar de depoimentos destacarem os pontos positivos das atividades desenvolvidas durante esta pesquisa, algumas colocações são relevantes em relação a mudanças para futuras atividades.

Como tive a oportunidade de aplicar a atividade com meus alunos na época (e aplico até hoje), pude perceber que este tema, por ser pouco trabalhado nas escolas, ainda gera muitas dúvidas nos alunos. Eles conseguem debater sobre o tema e participam das atividades, mas encontram dificuldades de relacioná-la aos outros conteúdos. Falta de tempo para executar a atividade também foi um ponto negativo.

O professor deve estabelecer a relação entre os conteúdos específicos com temas cotidianos, como a nanotecnologia. A falta desta relação ocasiona dificuldades na compreensão desta relação, como citado pela licencianda, mas para que isso ocorra é necessário que o professor possua conhecimento e planejamento do tema trabalhado. Mas como desenvolver o tema nanotecnologia em sala de aula? Durante esta pesquisa percebeu-se uma angústia com relação aos licenciandos, de como eles iriam inserir a nanotecnologia dentro do conteúdo trabalhado em Química. A fundamentação teórica desta pesquisa destaca que a nanotecnologia não deve ser um tema trabalhado à parte, mas inserida em temas já trabalhados dentro da sala de aula.

Desta forma, a nanotecnologia pode ser abordada em conteúdos no Ensino Médio, como por exemplo: alotropia; tensão superficial; as relações de escalas

estabelecidas pelo macro, micro e o nano; a questão das dimensões em compostos sintetizados, como é o caso do carbono, que por sua vez, apresenta diferentes formas alotrópicas: diamante, grafeno, nanotubo e o fulereno; relacionar que o diamante possui uma estrutura tridimensional, o grafeno é bidimensional, o nanotubo unidimensional e o fulereno adimensional. Portanto, estabeleceu-se uma relação entre as estruturas, dimensões e a nanotecnologia em conteúdo dos componentes curriculares de Química, Matemática e Física. Evidenciando assim a interdisciplinaridade do tema proposto nesta pesquisa.

Por exemplo em relação ao átomo de carbono, podemos explorar os conceitos relacionados a diferentes escalas (macro, micro, nano), a alotropia (diamante, grafeno, nanotubo e o fulereno), as diferentes classificações das dimensões dessas estruturas (tridimensional, bidimensional, unidimensional, adimensional). Pode ser discutido os diferentes métodos de síntese destes materiais, a relação entre as propriedades mecânicas e elétricas observadas com a morfologia destas formas de carbono. Aspectos históricos relacionados com a descoberta das novas formas de carbono nanoestruturado, os dois prêmios Nobel devido à síntese dos fulerenos e a obtenção do grafeno mais recentemente. Esse estudo pode envolver as disciplinas de Química, Física e Matemática, evidenciando o caráter interdisciplinar do tema.

Além da relação entre conteúdos específicos e cotidianos, os professores para desenvolverem temas como nanotecnologia devem programar às atividades que serão desenvolvidas em sala de aula. A falta de tempo do professor para preparar, estudar e implementar uma metodologia ocasiona a abdicação do professor por essas atividades. Além disso, alguns professores ainda se sentem presos a um currículo muitas vezes considerado por eles como imposto mas, nem sempre isso é verdade, às vezes o professor não é consciente da liberdade que tem para modificar a sua prática dentro da sala de aula ou é consciente mas é mais fácil seguir o tradicional. Todos esses aspectos podem ser superados se o professor tiver um espaço para discussão, planejamento, troca de ideias com seus pares, sentindo-se mais seguro para dividir suas dificuldades e ansiedades para então ampliar seus conhecimentos e suas metodologias.

No caminho desta pesquisa, todas as atividades, dúvidas, questionamentos, depoimentos e discussões em grupo, foram realizadas com a colaboração conjunta de todo o grupo, tanto de professores, como de sujeitos de pesquisa. As opiniões

expressas destacaram metodologias, aprendizagens, práticas vivenciadas e conteúdos trabalhados. Destacou-se o empenho na realização de um trabalho diferenciado na procura por algo maior, o aprendizado, neste caso, do tema nanotecnologia. O último capítulo será dedicado às considerações finais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema Nanotecnologia é ainda pouco abordado em atividades nas instituições de ensino e raramente associado a conteúdos específicos de diferentes componentes curriculares. Contudo é um assunto atual de conhecimento dos alunos. Atividades desenvolvidas a partir do tema nanotecnologia despertam o interesse do aluno, aprimoram a capacidade de questionar, argumentar, fundamentar e criticar sua realidade.

Nesta pesquisa, buscou-se o aprimoramento dos licenciandos envolvidos utilizando a metodologia da Pesquisa em Sala de aula através da produção coletiva de uma Unidade de Aprendizagem(UA), a fim de compreender conceitos, mudanças de concepções e a importância do tema nanotecnologia para professores em formação inicial. O pré-requisito para o desenvolvimento das atividades desta pesquisa foram os conhecimentos prévios dos licenciandos sobre o assunto.

Anteriormente a produção da Unidade de Aprendizagem, os licenciandos puderam expor suas curiosidades, dúvidas e questionamentos sobre o tema e, a partir disso, desenvolveram atividades interessantes e autônomas, considerando o que cada aluno já possuía de conhecimento e o que foi pesquisado.

Durante o processo de construção das atividades, observou-se a importância de instigar o aluno a questionar e a buscar as respostas a fim de desenvolver suas interpretações tornando-o reconstrutor do seu conhecimento. Utilizando vídeos, textos e depoimentos de licenciandos com maior conhecimento sobre assunto foi possível motivar e despertar o interesse pelo tema nanotecnologia nos futuros professores.

Esta pesquisa envolveu licenciandos de uma turma do curso de licenciatura em Química, cuja formação de alguns envolvidos incluía licenciatura e industrial, o que de certa forma influenciou na contribuição de cada aluno. Durante todo o processo foi respeitado à individualidade do aluno bem como o conhecimento a respeito do tema que ele era capaz de explicitar.

Os dados foram coletados utilizando um questionário inicial que teve como finalidade a identificação dos conhecimentos prévios dos licenciandos, a produção da atividade e um questionário final onde foi possível identificar a construção e a reconstrução do conhecimento sobre nanotecnologia ao longo e ao final da produção coletiva da Unidade de Aprendizagem e depoimentos dos licenciandos

sobre a importância desta pesquisa e das atividades propostas para sua formação profissional.

No decorrer desta pesquisa, buscou-se identificar os conhecimentos prévios dos licenciandos envolvidos, pois entende-se que a aprendizagem do aluno é qualificada quando as atividades desenvolvidas em sala de aula pelo professor possuem vínculo com o que os alunos já sabem e com as relações estabelecidas entre as vivências dos alunos e com conteúdos trabalhados em sala de aula.

Neste contexto, os dados coletados, no que se refere a conhecimentos prévios, foram importantes para a determinação do quanto a nanotecnologia estava inserida na vida de cada licenciando. Percebeu-se que todos os alunos já tinham informações relacionadas ao tema nanotecnologia. Por um lado, esse dado foi muito positivo, porém, a produção escrita inicial dos alunos revelou que esse conhecimento era muito superficial e vago. Os sujeitos de pesquisa não sabiam definir, conceituar ou explicar qualquer termo relacionado ao tema nanotecnologia e nanociência.

Logo após a produção coletiva da Unidade de Aprendizagem sobre nanotecnologia, os licenciandos responderam um questionário final com o objetivo de compreender os conhecimentos adquiridos. Notou-se que as questões respondidas sobre o conhecimento específico do tema apresentaram mais complexidade e fundamentação do que as respondidas no início da pesquisa. Bem como, ao final da produção da Unidade de Aprendizagem a maioria dos licenciandos sentiram-se seguros para desenvolver atividades sobre nanotecnologia em sala de aula e não somente atividades tradicionais, mas planejarem um currículo diferenciado para a abordagem do tema em sala de aula. Portanto, verificou-se que a metodologia da Pesquisa em Sala de Aula, associada a produção coletiva da Unidade de Aprendizagem é uma abordagem qualificada e efetiva na construção e reconstrução do conhecimento dos licenciandos.

Nas questões respondidas pelos licenciandos, no questionário inicial e final, foi possível identificar a importância do estudo do tema nanotecnologia na formação inicial de professores. Bem como, a relevância da aplicação do tema nanotecnologia para o Ensino Médio. A nanotecnologia foi colocada pelo licenciandos como um assunto importante para os alunos de Ensino Médio, pois trata-se de um tema atual e inserido no contexto social do aluno. Para que isso ocorra primeiramente os

professores em formação devem ser preparados conceitualmente e metodologicamente para esse assunto.

A partir da análise das colocações dos licenciandos foi possível perceber que o tema nanotecnologia é um tema cotidiano e interdisciplinar. Nos depoimentos dos licenciandos verificou-se a relação de conhecimento e apropriação do tema. O desenvolvimento de currículos em sala de aula diferenciados e contextualizados depende diretamente do conhecimento adquirido. Assim, para que o tema nanotecnologia possa ser desenvolvido em sala de aula os professores devem se apropriar do tema e de metodologias diferenciadas em sua formação.

A efetividade de todo o este processo de pesquisa mostrou-se um caminho possível de ser percorrido. Aspirando por novas pesquisas que dêem continuidade, seria relevante um estudo mais aprofundado sobre assuntos e disciplinas que pudessem inserir o tema nanotecnologia, tanto em âmbito de Ensino Superior, como em nível Médio. Bem como, poderia ser realizado um estudo dentro da escola de Ensino médio sobre a compreensão na reconstrução do conhecimento de alunos que vivenciaram a inserção do tema nanotecnologia.

Esta pesquisa embasa-se na metodologia da Pesquisa em Sala de Aula para a produção de uma Unidade de Aprendizagem coletiva. Porém, outras metodologias poderiam ser vivenciadas para o estudo da reconstrução do conhecimento dentro deste tema. Um Estudo de Caso, por exemplo, poderia dar início às atividades de pesquisa. Os licenciandos também poderiam vivenciar uma Unidade de Aprendizagem sobre nanotecnologia em vez de produzirem a UA. Sugestões são inúmeras, mas o que realmente vai decidir qual caminho escolheremos será a vontade de mudarmos e inovarmos dentro do ensino.

Por fim, acredita-se que os resultados, sugestões e discussões apresentadas nesta pesquisa possam contribuir com a formação de todos os integrantes e interessados nas mudanças que estão ocorrendo na educação.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D.P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Ministério da Educação. Secretaria Média e Tecnológica – Brasília, 1999.

_____. **Orientações Curriculares do Ensino Médio**\Ministério da Educação. Secretaria Média e Tecnológica – Brasília, 2008.

BOFF, Eva Teresinha de Oliveira; FRISON, Marli Dallagnol; DEL PINO, José Cláudio. Formação Inicial e Continuada de professores: o início de um processo de mudança no espaço escolar. In: GALIAZZI, Maria do Carmo; AUTH, Milton; MORAES, Roque; MANCUSO, Ronaldo. **Construção curricular em rede na educação em ciências**. Ijuí:UNIJUÍ, 2007.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação Qualitativa em Educação**. Portugal: Porto Editora, 1994.

DAVES, J.C. **Managing effects of Nanotechnology**. Project on Emerging Nanotechnologies. Estados Unidos, 2006.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. 7.ed. Campinas, São Paulo: Autores Associados, 2005.

_____. **Pesquisa como Princípio Educativo na Universidade**. In: MORAES, Roque; LIMA, Valdez(Orgs.). **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos**. Porto Alegre: EDIPUCRS:2004.

DRIVER, R., NEWTON, P. e OSBORNE, J. (2000). **Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms**. *Science Education*, 84(3), p. 287-312.

DURÁN, Nelson; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli e MORAIS, Paulo Cezar de. **Nanotecnologia – Introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação**. 1. ed. São Paulo: Artliber, 2006.

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

FONASH, S.J. **Nanotechnology in Undergraduate Education: A report and recommendations based on a workshop**. September . 2002 at the National Science Foundation. Washington, DC: National Science Foundation.

FRISON, L.M.B.; **Pesquisa como Superação da Aula Copiada**. In: MORAES, Roque; LIMA, Valdez(Orgs.). **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

GALIAZZI, Maria do Carmo; GARCIA, Fabianne Ávila; LINDEMANN, Renata Hernandez. **Construindo Caleidoscópios: organizando Unidades de Aprendizagem**. In: MORAES, Roque; MANCUSO, Ronaldo. Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: UNIJUÍ, 2006.

GALIAZZI, Maria do Carmo. **O Professor na Sala de Aula com Pesquisa**. In: MORAES, Roque; LIMA, Valderez(Orgs.). Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos. Porto Alegre: EDIPUCRS ,2004.

GONZÁLES, J. F. et al. **Como hacer unidades didácticas innovadoras?** Sevilla: Diada, 1999.

GRUPO ETC – Grupo de Ação sobre Erosão, Tecnologia e Concentração. **Nanotecnologia : Os riscos da tecnologia do futuro**. Porto Alegre: L&PM, 2005.

KUHN, D., 1993 Science as Argument: Implications for Teaching and Learning Scientific Thinking. *Science Education* 77 (3) p. 319 – 337.

LIMA, Valderez Marina do Rosário; GRILLO, Marlene Corroero. Como organizar os conteúdos científicos de modo a constituir um currículo para o século 21? In: GALIAZZI, Maria do Carmo, et al. **Aprender em rede na Educação em Ciências**. Ijuí: Unijuí, p.113-124, 2008.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MORAES, Roque; GOMES, Vanise. **Uma Unidade de Aprendizagem sobre Unidade de Aprendizagem**. In: MORAES, R. ; MANCUSO, R. ; AUTH, M. ; GALIAZZI, M. Construção Curricular em Rede na Educação em Ciências. Ijuí: Editora Unijui, 2007.

MORAES, Roque. **Cotidiano no Ensino de Química: superações necessárias**. In: MORAES, R. ; MANCUSO, R. ; AUTH, M. ; GALIAZZI, M. Construção Curricular em Rede na Educação em Ciências. Ijuí: Editora Unijui, 2008.

MORAES, Roque; RAMOS, Maurivan; GALIAZZI, Maria do Carmo. **A epistemologia do aprender no educar pela pesquisa em Ciências: alguns pressupostos teóricos**. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Editora Unijui, 2004.

MORAES, Roque; LIMA, Valderez(Orgs.). **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise Textual discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2007.

MOREIRA, M.A., CABALLERO, M.C. e RODRÍGUEZ, M.L.(orgs.). **Aprendizagem Significativa:um conceito subjacente**. Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, Espana,1997.p. 19-44.

NOVAK, J.D. (1981). **Uma teoria de educação**. São Paulo, Pioneira. Tradução de M.A. Moreira do original **A theory of education**. Ithaca, NY, Cornell University Press, 1977.

O'CONNOR, Christine; HAYDEN, Hugh. Contextualising nanotechnology in chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 2008, vol.9. p.35-42.

ROCCO, M.C. **Nanotechnology – A Frontier for Engineering Education**. *International Journal of Engineering Education*, August 2002, Vol. 18, No. 5, Special Issue on Nanotechnology.

ROCHA, J.B.; BASSO, N.R.S.; BORGES, R.M.R.; **Repensando uma proposta interdisciplinar sobre ciência e realidade**. *Revista Eletrônica de Enseñanza de Iãs Ciências*. Vol.5. n.2, 2006.

SILVA, Carla Santos da. **Estudo da unidade de aprendizagem no ensino de Química para aprendizagem significativa das leis ponderais**. 2006. 135 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Química, PUCRS, Porto Alegre, 2006.

SILVA, Suzete; VIANA, Marcelo M.; MOHALLEM, Nelcy D. S.. *Química Nova na Escola*. Vol.31. N^o3. agosto 2009 (Anexo 3)

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo:Cortez, 1985.

TIWARI, S & CHATTOPADHYAYA, K. **Nanotechnology: Issues in interdisciplinary research and education**. Washington, DC: National Science Foundation Report of Joint US–India Workshop, August 11–13, 2004, Bangalore, India. Available at http://www.nnin.org/doc/USI_NNIN_Workshop_Report_final.pdf

TOMA, Henrique. **O mundo Nanométrico: a dimensão do novo século**. São Paulo: Oficina de Textos,2004.

UDDIN, Mahbud; CHAWDHURY, A. Raj. **Integration of Nanotechnology into the undergraduate engineering curriculum**. International Conference on Engineering Education. Oslo, Norway, 2001.

VILLANI, C. E. P.; NASCIMENTO, S. S. A argumentação e o Ensino de Ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do Ensino Médio.**Investigações em Ensino de Ciência**, 2003.

VOGEL, Viola; CAMPBELL,Charles T. **Education in Nanotechnology: Launching**

the First Ph.D. Program. Int. J. Engng Ed. Vol. 18, No. 5, 2002.

ANEXOS

Afinal, o que é Nanociência e Nanotecnologia? Uma Abordagem para o Ensino Médio

Suzeley Leite Abreu Silva, Marcelo Machado Viana e Nelcy Della Santina
Mohallem

A partir da história de Rita, mostramos as dúvidas mais frequentes de alunos e discutimos alguns conceitos básicos sobre nanociência e nanotecnologia. Ela tem visto e ouvido muita informação sobre nanociência, nanotecnologia e nanopartículas. Essas palavras estão sendo amplamente divulgadas e, estão se tornando mais frequentes no seu dia a dia. Ela quer descobrir o significado e a origem desses termos, como a Ciência está tratando do mundo nanométrico e se os nanomateriais são nocivos à saúde. Enfim, ela quer, diante de suas dúvidas, aprender sobre esses conceitos e, assim, se posicionar de uma forma consciente sobre o tema.

Atualmente, existe uma grande busca por parte de professores e alunos por textos que abordem o tema nanociência e nanotecnologia de uma maneira geral e ilustrativa. Por isso, este texto foi produzido de forma didática, direcionado para a seção Química e Sociedade, utilizando a história que envolve uma aluna e sua professora e buscando apresentar conteúdos relacionados com o tema, além de abordar aspectos relevantes das consequências da nanotecnologia na sociedade.

A história de Rita

Rita, uma curiosa aluna do Ensino Médio, tem visto e ouvido muito sobre nanociência, nanotecnologia e nanopartículas. No entanto, afinal, o que significa cada um desses novos termos que, a cada dia, se fazem mais presentes no dia a dia? Convidamos você a fazer uma viagem com Rita e descobrir junto com ela um pouco sobre o mundo NANO.

Rita sabe que tudo que aprende na escola – seja em química, física, matemática, biologia, história, geografia, filosofia, educação-física, língua estrangeira – deve estar relacionado de forma que um conhecimento seja complementar a outro. Nesse contexto, os professores das diversas disciplinas possuem também um importante papel, que é o de sempre orientar e instigar o aluno a fazer toda essa inter-relação. Um exemplo é a discussão dos temas que abordaremos neste trabalho: a nanociência e a nanotecnologia, que também devem ser estudadas de

forma interdisciplinar, na qual o conhecimento do aspecto químico se complementa com o aspecto físico, matemático e assim por diante (Silva, 2007).

Entretanto, como fica essa história? Hoje em dia, pouco ou quase nada é dito sobre esses temas no Ensino Médio. Por outro lado, muitas vezes, ao ler um jornal ou assistir a um noticiário, as palavras contendo nano surgem naturalmente como se fossem utilizadas pelas pessoas de forma corriqueira. Com isso, consideramos importante que essa tecnologia emergente comece a se incorporar nos conteúdos já enraizados nos livros didáticos de Ensino Médio. Vamos aprender junto com Rita um pouco mais sobre o mundo nano e fazer com que suas dúvidas se tornem um início para a abordagem desse tema nesse nível de ensino.

Recordando conceitos básicos

– Acho melhor fazer uma breve recordação sobre alguns conceitos de química que aprendi até hoje para só depois iniciar a busca pela nanotecnologia e a nanociência – disse Rita.

Em qual princípio o estudo da Química se baseia? Teoria atômica. Com isso, admite-se que tudo é constituído por átomos: roupas, livros, mesas, salas, eu, tudo... Tudo é constituído por átomos. No entanto, lembro-me da professora falando que o fato de seguir o modelo atômico não quer dizer que seja uma verdade incondicional, mas sim um estudo rigoroso feito em cima de indícios físicos e elaborados cálculos matemáticos que comprovam a existência do átomo, sem ao menos visualizá-lo.

O átomo, simplificadaamente, é constituído pelo núcleo e pela eletrosfera. No núcleo, temos os prótons (carga positiva) e nêutrons (carga nula) e, ao seu redor, temos uma nuvem eletrônica constituída de elétrons (carga negativa), sendo o número de prótons igual ao número de elétrons quando o átomo está neutro. A quantidade de prótons que o átomo possui está relacionada ao elemento químico. Lembro-me que o átomo de oxigênio possui oito prótons e oito elétrons, já o hidrogênio só possui um próton e um elétron e, por isso, apresentam propriedades diferentes. Os átomos que representam esses elementos químicos podem se agrupar e formar uma molécula como, por exemplo, a água: dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, H_2O , na qual esse agrupamento é formado pelas ligações químicas. Se eu pensar em muitas dessas moléculas se juntando, tenho uma substância, que é mantida por meio de forças denominadas de interações intermoleculares, sendo estas menos fortes que as ligações químicas.

Com esses conceitos básicos da química, posso pensar em fabricar produtos a partir da combinação de duas ou várias substâncias!! Realmente, estudar química é super-relevante e, se utilizada de forma consciente, é uma ciência para a vida!!

Li que se um material é nanoparticulado (constituído por nanopartículas), este apresentará propriedades diferentes dos materiais sólidos macroscópicos ou dos particulados (feito de partículas da ordem de micron) (Toma, 2004). E é esse o motivo da grande exploração e interesse nesses novos materiais.

– E as nanopartículas, o que são? Nanopartículas para lá, nanopartículas para cá, mas o que vem a ser essas tais nanopartículas?

– Nano é um prefixo que vem do grego e significa anão – disse a professora de português.

– Nano está relacionado com a ordem de grandeza – disse a professora de matemática.

Rita descobrindo o que é nano

Rita está na primeira série do Ensino Médio e está aprendendo sobre medidas. A professora de matemática, Clarice, forneceu uma fita métrica de 1 m para cada aluno e pediu para que eles fossem medindo tudo o que vissem pela frente. Em certa data, deveriam apresentar o trabalho explicando como expressar a ordem de grandeza de cada medida. Rita achou melhor começar pelo caminho até a sua casa. Foi medindo a rua da escola até a porta de seu apartamento e percebeu que deu muito trabalho, pois teve que fazer 100 medidas com a fita de um metro, ou seja, 100 m. O caminho da escola até o apartamento de Rita possui uma ordem de grandeza de 102 m. No dia seguinte, disse que mediria o prédio, mas sua mãe pegou o chinelo e gritou:

– Não vai não, você pode se machucar, mas... Eu sei qual é a altura do prédio: são dez metros.

– Beleza, mãe!

A altura do prédio de Rita possui uma ordem de grandeza de 101 m.

Eu estou com 15 anos e cresci bastante nos últimos meses. Vou medir minha altura. Nossa, estou com 150 cm ou 1,5 m. A altura de Rita possui uma ordem de grandeza de 100 m.

– Mãe, está muito calor, você corta meu cabelo?

– Quanto do seu cabelo você quer que eu corte? – perguntou a mãe.

– De acordo com minha fita, 10 cm estão bons.

A mãe cortou 10 cm ou 0,1 m dos cabelos de Rita em um corte bem moderno. O comprimento cortado dos cabelos de Rita possui a ordem de grandeza de 10^{-1} m.

– Minha filha, que unha grande! Vou aproveitar a tesoura! – disse assustada a mãe.

– Espere, mãe, deixa só eu medir antes. Nossa! Minha unha está com 1 cm ou 0,01 m. Que horror! Pode cortar, mãe – disse Rita.

A unha de Rita possui a ordem de grandeza de 10^{-2} m.

A mãe de Rita percebeu que a filha estava coçando muito os cabelos. Então foi investigar.

– Rita, me deixa dar uma olhada em seus cabelos!

– É mesmo, não sei o que é. Está coçando muito!

– Está cheia de piolhos!!! Meu Deus!!!

– Me deixa ver mãe... É bem pequeno, vou medi-lo: 0,1 cm ou 0,001 m.

A ordem de grandeza do piolho que estava na cabeça de Rita é de 10^{-3} m. A mãe de Rita passou um produto anti-piolhos em seus cabelos e logo resolveu o problema. Passado alguns dias, Rita estava meio desanimada e sua mãe ficou preocupada.

– Será que você está com febre? Nossa, está! Vamos ao médico.

Rita havia contraído um vírus da gripe e deveria permanecer em repouso.

– Mas Doutor, não é só catar o vírus, que nem piolho e colocar aquele produto?

– Rá, rá, rá... – riram o médico e a mãe de Rita.

– Não, garotinha. O vírus é muito pequeno. Nem podemos vê-lo!

– O senhor pode me dizer o tamanho? É que estou fazendo um trabalho sobre medidas.

– Claro! É tão pequeno, que sua ordem de grandeza é de 10^{-7} m.

– Nossa! Então é por isso que nem enxergamos.

– É, mas sabemos que existe pelos sintomas que você está apresentando.

– Credo, um ser tão pequeno e que faz tanta diferença!

Passados alguns dias, Rita entregou o trabalho sobre medidas à professora por escrito. Apresentou seu cartaz (Figura 1) e explicou:

– Para encontrar a ordem de grandeza, utilizei a matéria potência de dez. Por exemplo: Se forem duas casas decimais à direita (100), represento como 10^2 . E se

forem duas casas decimais à esquerda (0,01), represento como 10^{-2} . Então é fácil, o expoente da potência de dez é o número de casas decimais da minha medida.

– E não posso deixar de falar da importância da unidade de medida! – disse Rita. A maioria das medidas foi feita com base na fita que a professora me deu, então eu usarei o metro como minha unidade padrão de medida. Como nem tudo eu consigo medir, utilizei dados da internet para ilustrar o mundo “invisível”.

– Vejam as comparações de dimensões que podem ser feitas quando partimos do átomo até a célula. Podemos ver o quão pequenas são as estruturas biológicas quando trabalhamos com uma ordem de grandeza 10^{-9} m – interveio a professora.

– Eu acho que deveria ser ordem de *miudeza*! – sorriu Rita.

– Professora! Descobri que o tamanho nanométrico é uma medida da ordem de grandeza entre 10^{-7} e 10^{-9} m, ou seja, é tão pequena que não conseguimos enxergar “coisas” desse tamanho – disse Rita.

Rita chegou em sua casa e ficou pensando em tudo que havia aprendido: Coincidentemente, o vírus possui a medida da ordem de grandeza nanométrica. Agora realmente eu entendi a explicação do médico sobre o tamanho dos vírus – lembrou Rita.

Rita descobrindo o que é partícula

– Partícula está relacionada com uma pequena porção de um material – disse a professora de química. Para você entender melhor, pense na areia de uma praia... Quando a observamos de longe, a aparência é contínua, mas quando observamos de perto, é possível perceber que a areia é formada por pequenos grãos ou partículas. Essas pequenas porções de matéria guardam sua composição química e uma quantidade de partículas representa quimicamente toda a areia de uma praia.

– Ah professora! Eu me lembro quando o professor de filosofia comentou sobre um antigo filósofo grego chamado Leucipo (Ronan, 1987) que tinha um pensamento parecido com esse. Lembro-me que tinha alguma relação com a matéria e o átomo – disse Rita.

– Muito bem lembrado, Rita! – exclamou a professora.

Rita relacionando os dados

Então, sabendo que a ordem de grandeza entre 10^{-7} e 10^{-9} m é chamada nanométrica e que partícula é uma porção da matéria: nanopartículas são pequenas

porções da matéria com ordem de grandeza nanométrica. Ainda não há uma regulamentação clara do tamanho exato de uma partícula para caracterizá-la como nanopartícula, mas vários cientistas a definem como tendo, pelo menos, dimensão menor que 100 nanômetros.

– E os tais materiais nanoparticulados... Podemos enxergá-los?

– Hoje começaremos nosso estudo sobre nanopartículas – disse a professora de química. Essas partículas são muito pequenas e não são possíveis de serem visualizadas a olho nu. Já os materiais nanoparticulados são grandes porções dessas miniaturas e podemos enxergá-los sem o auxílio de microscópios.

Bom, vamos focar um pouco nossa atenção para a química ambiental. Todos vocês já devem ter percebido aquela “fumaça de cor preta” que ônibus e caminhões liberam na atmosfera. A coloração escura é devida à presença de partículas sólidas muito pequenas, ou seja, aglomerados de nanopartículas à base de carbono geradas a partir da queima de combustíveis. Esses aglomerados de nanopartículas recebem o nome de fuligem.

– Professora! Então estamos respirando nanopartículas de fuligem... Isso não faz mal? – perguntou Rita.

– Boa pergunta, Rita. Logo voltaremos a essa questão. Vamos primeiramente fazer uma comparação entre alguns materiais de nosso dia a dia e tentar classificá-los em nanoparticulados e/ou somente particulados. Os materiais que utilizaremos nessa comparação serão: achocolatado, fuligem, amido de milho, açúcar refinado e talco – orientou a professora.

– Eu trouxe para vocês alguns tubos de ensaio (Figura 2) contendo cada um desses materiais. Vamos observar o comportamento de cada um deles no ar ao balançarmos os tubos rapidamente – pediu a professora.

– Nossa, que interessante! A diferença é visível. Podemos tirar fotos? – perguntou Rita.

– Claro, Rita! – respondeu a professora.

– Na fuligem, nem consegui enxergar a menor partícula no ar. Ficou tudo escuro! – disse Rita.

– Eu consegui algumas imagens desses materiais (Figura 3) que foram obtidas a partir de um microscópio eletrônico de varredura (Mannheimer, 2002). Vamos nos reunir em grupos e tentar estimar os menores e os maiores tamanhos de partículas em cada um desses materiais – solicitou a professora.

Os alunos fizeram as medidas e preencheram uma tabela (Tabela 1) com os valores encontrados:

– A fuligem tem partículas bem menores que os outros materiais. Ela é nanoparticulada! Mas “peraí”! A fuligem já existe há muito tempo e a professora disse que nanociência é uma ciência muito nova. Como, então, a fuligem pode ser nanoparticulada? – indagou Rita.

– Alguns materiais nanoparticulados sempre existiram na natureza. Recentemente, com o avanço científico, equipamentos puderam ser confeccionados de forma a permitir a visualização desses materiais – respondeu a professora.

– É até bom você questionar sobre isso, porque vamos analisar a linha do tempo (Figura 4) que mostra a evolução e os aspectos mais importantes da nanociência e da nanotecnologia até os dias atuais, prometendo muito para o futuro – disse a professora.

– Como vocês podem observar, as nanopartículas já existem há muito tempo, mas a nanociência e a nanotecnologia só foram desenvolvidas a partir da criação de aparelhos, principalmente microscópios, muito sofisticados que “enxergam” o que os nossos olhos não têm capacidade de ver – disse a professora. Alguns microscópios utilizados nos estudos envolvendo nanociência e nanotecnologia são conhecidos como microscópios eletrônicos de varredura e de transmissão, microscópio de força atômica e microscópio de varredura por tunelamento (Mannheimer, 2002).

Nanociência e nanotecnologia

–E a nanociência? E a nanotecnologia? O que realmente são? – perguntaram os alunos.

–Turma, vocês vão pesquisar em casa sobre nanociência e nanotecnologia e apresentar o que encontraram na próxima aula – disse a professora. Na aula seguinte, Rita havia pesquisado bastante e foi ela a primeira a falar:

– A nanociência é o estudo de materiais nanoparticulados e de suas propriedades. É a pesquisa de materiais em escala nanométrica. Professora! Vou ler uma parte que achei interessante – disse Rita.

Os processos de estudo incluem:

- Síntese: capacidade de sintetizar novos materiais com pelo menos uma dimensão nanométrica e com forma desejada;

- Caracterização e análise dos nanomateriais: conhecer as propriedades intrínsecas destes, como composição, estrutura, morfologia e, assim, gerar materiais com propriedades preestabelecidas.

– Achei importante a palavra nanotecnologia e descobri que ela foi criada em 1974 por um pesquisador chamado Norio Taniguchi da Universidade de Tóquio (Taniguchi, 1974). A palavra tem relação com a maneira de se criar materiais na escala nanométrica – disse Rita. Podemos descrever de uma maneira geral que nanotecnologia é a destreza de manipular estruturas em escala nanométrica com o objetivo de desenvolver materiais com propriedades melhoradas ou totalmente novas.

– Professora! Em minha busca sobre esse assunto, ouvi muitas vezes falar em “aumento da área superficial” e não consegui entender bem. Como é essa história?

– questionou Rita. A professora exemplificou:

– Um bom exemplo é a superfície de uma mesa que tenha seu tampo liso. Se ampliarmos essa superfície, percebe-se que o tampo não é liso, mas sim rugoso, tendo, portanto, uma superfície irregular.

Ao medir a área real da superfície dessa mesa, seria necessário levar em consideração a rugosidade, obtendo assim, uma grande área superficial. No entanto, se o material utilizado na fabricação da mesa for nanoparticulado, a área será muito maior. Para ficar claro, considere que em cada irregularidade há uma partícula esférica do material (Figura 5b). Lembrando que a partícula do material nanoparticulado tem dimensões nanométricas, ou seja, muito menores.

– Vocês se lembram quando estudamos as propriedades dos materiais e comentamos sobre o aumento da reatividade de alguns fenômenos? Eu dei o exemplo do comprimido inteiro e pulverizado. Qual reagia primeiro? – perguntou a professora.

– O remédio que estava pulverizado – responderam os alunos.

– Isso quer dizer que a área de contato foi maior e por isso o tempo de reação foi menor. O mesmo acontece com a área superficial dos materiais nanoparticulados e esse é um dos motivos pelo qual, hoje, o estudo da nanociência se encontra num estágio de crescimento exponencial! – disse a professora. A utilização dessa e de outras propriedades na fabricação de produtos faz nascer a nanotecnologia.

– Rita! Pode continuar a falar sobre sua pesquisa, que agora é sobre nanotecnologia – disse a professora.

– Em nanotecnologia, é possível construir um material a partir de seus componentes básicos (seus átomos e suas moléculas) da mesma forma que uma criança monta uma estrutura conectando as peças de um Lego e assim chega a um produto desejado. Trata-se do procedimento chamado “de sentido ascendente” (bottom up). Por outro lado, é possível obter partículas nanométricas a partir de partículas maiores de um material. Esse procedimento é conhecido como “sentido descendente” (top down). Interessante, não? – disse Rita.

– Então, continuando... A nanotecnologia nos apresenta um conjunto de técnicas usadas para manipular a matéria na escala de átomos e ou moléculas – disse Rita.

– Professora, então parei para pensar na dimensão do átomo. O tamanho de um de hidrogênio tem a ordem de grandeza de 10^{-10} m, ou seja, aproximadamente 0,10 nm. Fiz uma relação e percebi que se colocarmos 10 átomos de hidrogênio enfileirados temos 1 nm! É tão pequeno!!! – disse Rita.

– Você tem toda razão, Rita. E é por isso que os avanços tecnológicos na área da nanociência são cada vez maiores. A partir de estudos nessa área, cada vez mais aplicações e produtos são disponibilizados. Vários aspectos podem ser observados com esse avanço:

- A manipulação em escala nanométrica possibilita o melhoramento, a modificação e até mesmo a criação de novos materiais;
- Substâncias comuns podem apresentar características diferentes quando são sintetizadas em escala nanométrica;
- Antes da nanotecnologia, o pensamento tecnológico estava focado na manipulação de substâncias para a formação de produtos. Com a nanotecnologia, é possível combinar átomos para a formação dos mesmos produtos, só que com propriedades diferenciadas. A quantidade de matéria-prima é drasticamente reduzida, proporcionando melhorias na economia e também, a princípio, no meio ambiente.
- Como dito anteriormente, um mesmo material pode exibir características diferenciadas se estiver em escala nano: Carbono grafite (presente no lápis) é macio e maleável; mas em escala nanométrica pode ser mais resistente do que o aço e seis vezes mais leve. O alumínio obtido em escala nanométrica é explosivo! (Lima, 2006).

– Muitas empresas e/ou órgãos estão investindo milhões em nanotecnologia devido aos benefícios que podem adquirir. A inovação tecnológica terá impactos na sociedade, na economia, no campo social, nas políticas adotadas e no setor humano – falou a professora.

– Rita, você se mostrou muito aplicada. Eu gostaria que na próxima semana você trouxesse uma pesquisa sobre as aplicações dessa nova ciência – pediu a professora.

Na semana seguinte, Rita começou sua apresentação:

– Encontrei muitas aplicações como em embalagens plásticas que contêm nanopartículas que vedam melhor, aumentando assim o período de conservação dos alimentos; uma “língua eletrônica” com nanopartículas foi criada para controle de qualidade em vinhos por possuir maior sensibilidade; a área de cosméticos já contém vários produtos com nanopartículas por agirem com maior facilidade na pele e nos cabelos; roupas protetoras contendo nanopartículas aumentam ainda mais a proteção, até mesmo contra radiação; miniaturização no campo eletrônico fazendo com que dispositivos sejam menores e mais potentes; medicamentos liberados de maneira controlada dentro do organismo, por meio de nanocápsulas; peças impregnadas com nanopartículas que retêm óleo que podem ser utilizadas em acidentes ambientais aquáticos; sensores de gás, de presença; e muitos, muitos outros (Toma, 2004; 2005, Toma e Araki, 2005). No entanto, encontrei duas aplicações que achei muito importante:

– Pensem em uma meia autolimpante e/ou antibacteriana. Se a meia for autolimpante, é só utilizar, colocar ao sol e pronto... Não precisa lavar! A ação autolimpante será ativada pela radiação emitida pelo sol: a meia é colocada no varal e as nanopartículas eliminam as bactérias que causam o eventual mau cheiro nas meias. Se ela for também antibacteriana, ajudará pessoas diabéticas que, por possuírem dificuldades de cicatrização, estão mais sujeitas a processos infecciosos. Essa meia existe no mercado e contém nanopartículas de óxido de titânio e de prata, que possuem ação antibacteriana e, se impregnadas nas meias, prevenirão danos maiores da referida doença (Toma, 2004).

– Outra aplicação importante é o recobrimento de lentes de óculos. Normalmente estas riscam com facilidade e refletem a luz, dificultando a visão do usuário. Esse problema pode ser resolvido por filmes muito finos contendo nanopartículas que protegem a lente dos riscos e facilitam a passagem da luz, diminuindo sua reflexão.

Eu li que a utilização dos filmes provoca uma mudança do índice de refração das lentes (Toma e Araki, 2005). Me lembrei das aulas de física – disse Rita.

Nanotoxicidade

– Vocês perceberam como há tantas aplicações? Muitas já estão sendo utilizadas. E como fica nossa segurança? Será que tem algum problema? Na próxima aula, falarei com vocês sobre a nanotoxicidade – disse a professora.

– Será que isso faz mal? O que é essa tal nanotoxicidade?

Rita foi embora pensando em como a nanociência e a nanotecnologia poderiam causar algum mal e o que deveria ser nanotoxicidade...

A professora começou a aula fazendo as explicações, conforme havia combinado com os alunos:

– O impacto da nanociência já está sendo sentido em vários setores de atividade. Embora a dimensão nano esteja acima da dos átomos e das moléculas, as nanopartículas podem ser pequenas o bastante para interagir diretamente com o organismo, principalmente se estiverem na forma livre. Contudo, em termos relativos, as nanopartículas tendem a oferecer menos risco, principalmente se estiverem immobilizadas dentro de polímeros e matrizes inorgânicas, formando os chamados nanocompósitos. Mesmo assim, os cuidados observados na Química devem ser transportados para a nanociência, não dispensando a necessidade de regulamentação e de habilitação qualificada para lidar com o assunto.

Pense bem: se essas partículas livres, com dimensão nano, são tão pequenas, imagine como elas podem interagir com seu organismo... O que se pode pensar é que elas entram facilmente pela pele, pois os poros da pele têm diâmetros da ordem de micrômetros. No entanto, será que também saem facilmente? Ou será que se alojam no organismo promovendo reações inesperadas e até mesmo indesejadas? Atualmente os estudos nesse sentido estão se intensificando, e os que existem falam sobre alojamento nos pulmões (Grupo ETC, 2005).

– Vocês se lembram da imagem dos tubos de ensaio que mostrava a interação da fuligem com o ar? – perguntou a professora.

– Lembramos! – responderam os alunos.

– Pois é! Nós todos estamos respirando aquele pó tão fino. Problemas respiratórios podem surgir e já são observados principalmente em crianças. A fuligem jogada na atmosfera a todo o momento pelos carros e por indústrias contém

nanopartículas – explicou a professora. Uma das vantagens da nanociência é que agora que sabemos que essas nanopartículas existem, podemos fazer alguma coisa para nos prevenir contra elas.

– Todo avanço na área científica e tecnológica é bem-vindo, porém esse desenvolvimento deve ser feito com responsabilidade. Ainda não há nenhum tipo de regulamentação, leis, princípios de ética... Panfletos comerciais já anunciam produtos produzidos com nanopartículas. São roupas, cosméticos, utensílios, geladeiras, sensores etc. A população compra e utiliza como se fossem privilegiadas por conter um produto de última geração. Alguns produtos são realmente sérios e outros nem são produzidos a base da nanotecnologia – ironizou a professora.

– Seremos vítimas? – perguntou Rita.

– Se for pensar por esse lado, parece que sim – disse a professora.

Essa pergunta deve ser respondida com profundos estudos da possível nanotoxicidade, elaboração de uma legislação e valorização da ética científica. Os nanomateriais são tecnologicamente importantes e devem ser manipulados com precaução. A maioria dos pesquisadores usa luvas, mas quais tipos de luvas seriam mais seguros no sentido de conter partículas de tal tamanho? E equipamentos de proteção respiratória? E as partículas livres na atmosfera? – perguntou a professora para que os alunos pensassem.

E, finalmente, qual seria a embalagem de retenção adequada para nanopartículas, se estas são tão pequenas e reativas? – continuou a professora. Quais são as preocupações com o meio ambiente? Algumas dessas questões já estão sendo respondidas por meio de pesquisas recentes.

A ética da ciência se baseia na construção do conhecimento para produção de benefícios para o homem e o ambiente. De maneira alguma, a ciência pode ser tratada de forma comercial e rentável, valorizando apenas os lucros. Finalizando

– Tive uma visão simplificada do que é a nanociência e nanotecnologia, que foi apenas um estudo inicial – disse Rita. Quero aprender mais!!! Cabe a você, aluno, se aprofundar, procurar por mais informações e se posicionar diante de questões que serão apresentadas nos meios de comunicação. Esse mundo nanoparticulado está sendo conhecido como uma nova revolução científica e promete grandes benefícios para o ser humano e o meio ambiente. Tudo é inovador! A ética e a segurança sempre devem ser levadas em consideração, e segue como um alerta para instituições se organizarem e começarem a criar regulamentações.

Até logo!

Conclusão

Com a atual publicidade de temas envolvendo nanociência e nanotecnologia, os professores têm que estar preparados para responder perguntas de crianças e adolescentes curiosos. Esses professores, principalmente os de química, precisam saber que a nanotecnologia não é um novo e separado campo de conhecimento, mas envolve conceitos já dominados por eles como átomos e moléculas, tamanho de partículas, escalas métricas, área superficial específica, adesão, entre outros. O que se tem realmente de novo é a maneira com que átomos e moléculas estão sendo manipulados para criar novas tecnologias, e isso pode ser ensinado dentro de seus padrões de conhecimento. Com a história de Rita, buscamos abordar vários desses conceitos de uma maneira fácil e didática, que poderá auxiliar professores e alunos a se inteirarem do fabuloso mundo da nanotecnologia.

APÊNDICE

APÊNDICE A

ATIVIDADE I: DESCOBRINDO A NANOTECNOLOGIA

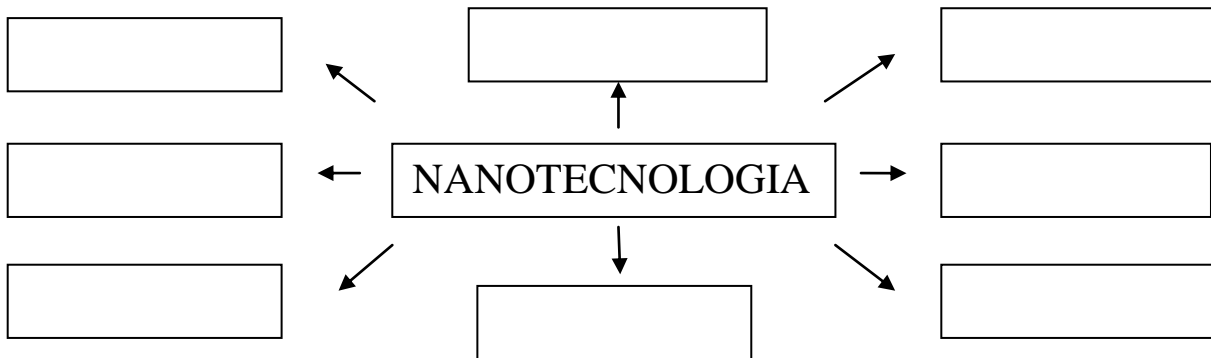
OBJETIVOS:

- 1- Identificar os conhecimentos prévios dos licenciandos;
- 2 – Construir o conceito de Nanotecnologia – versão inicial.

DINÂMICA:

ATIVIDADE COLETIVA(em grande grupo):

- 1- Ao redor da palavra Nanotecnologia existem retângulos, os quais devem ser completados com palavras relacionadas a esse termo. Se for necessário, completamos com mais retângulos.



ATIVIDADE INDIVIDUAL:

- 1-Utilizando as palavras sugeridas, construa um conceito de nanotecnologia. Se julgar necessário, complemente com outras palavras.

2-Com base no que você sabe sobre Nanotecnologia, responda:

- a) De que forma a Nanotecnologia pode contribuir para sua vida?

- b) Você julga importante trabalhar com esse tema no Ensino Médio? Justifique.

APENDICE B

ATIVIDADE II: EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE NANOTECNOLOGIA

OBJETIVOS:

- 1- Compreender o que foi modificado depois de realizadas as atividades sobre Nanotecnologia;
- 2- Construir o conceito de Nanotecnologia - versão 2;

DINÂMICA:

ATIVIDADE INDIVIDUAL:

1- Após estudarmos sobre Nanotecnologia e elaborarmos as atividades para a Unidade de Aprendizagem. Você seria capaz de responder as seguintes questões? Se sim, justifique.

a) “[...]Tudo em nanoescala é invisível ao olho nu e até mesmo a todo o resto, exceto a microscópios muito poderosos. A chave para entender o poder e o potencial únicos da nanotecnologia é que, em nanoescala[...]”. O que é a Nanotecnologia? O que significa o termo “nano”, nanômetro e nanoescala?

b) A nanotecnologia é um conjunto de técnicas usadas para manipular a matéria na escala de átomos e moléculas.[...] Só reduzindo o tamanho e sem mudar a substância, os materiais podem exibir novas propriedades.”(Grupo ETC,2005). Quais propriedades podem ser modificadas?

c) “A nanotecnologia, neste limiar do século XXI, está sendo aclamada como uma nova revolução tecnológica por uma onda de marketing, inclusive por parte de alguns centros acadêmicos, cuja produção efetiva pouco tem contribuído para um conhecimento mais exato e confiável sobre o tema.”(RATTER, 2004). Qual a finalidade da nanotecnologia?

3- Após a realização das atividades de construção coletiva de uma UA sobre nanotecnologia, quais mudanças podem ser apontadas em relação a sua percepção sobre a importância do tema no Ensino Médio?

4- Você sente-se preparado para elaborar atividades utilizando o tema Nanotecnologia? Justifique.

5- Você julga importante o estudo da Nanotecnologia na formação de professores? Justifique;

APÊNDICE C

**EDUCAR PELA PESQUISA:
NANOTECNOLOGIA COMO
UNIDADE DE APRENDIZAGEM**

AUTORES

ANDRESSA ESSWEIN

ANDERSON JADER

CAMILA AGUILAR

CRISTIANE SOARES DE ABREU

CONCETTA FERRARO

DIEGO ANDRADE

FABIANA MEDIANEIRA

GABRIELA VIANA BASSOTTO

JAQUELINE BALCONI

JULIANA GROSZE NIPPER

LUIS ALEXANDRE ELUANY

MARTA HAMMERSCHMITT

MAYARA MEDAGLIA.

PAULA CANABARRO

SILVANA SOUZA

SUELEN CRISTINA BALDISARELLI

WESLEY MONTEIRO

ATIVIDADE 1 : CONCEITO DE NANOTECNOLOGIA

Objetivos

Trabalhar o conceito de nanotecnologia, estimulando o aluno para a pesquisa sobre o referido assunto. Associar conceitos de nanotecnologia com o cotidiano do aluno. Introdução de conceitos importantes da nanotecnologia.

Tempo Previsto

7 aulas de 2 períodos consecutivos

Habilidades, Atitudes e Valores

Disciplina, organização, capacidade de discernimento, formulação de hipóteses, interpretação, poder de análise, capacidade de síntese, participação, respeito, trabalho em equipe, honestidade.

Recursos

Os encontros serão em sala de aula e disporá dos seguintes recursos: computadores para pesquisa, revistas científicas, artigos e vídeos.

Dinâmica da Atividade

1º Encontro: O professor expõe o conceito de nanotecnologia, focando a aplicação em fármacos. Esse momento será de fundamental importância para que os alunos possam compreender as primeiras idéias sobre o tema. Debate sobre nanotecnologia.

2º Encontro: Os estudantes são convidados a sugerir temas para a nanotecnologia. Organiza-se um fluxograma com alguns subgrupos:

- Aplicações em fármacos de cosméticos;
- Riscos ambientais e patológicos
- Aplicação em materiais eletrônicos.

A turma é dividida em três grupos, que possuirão a tarefa de elaborar um trabalho relacionado a um dos três subgrupos selecionados.

3º Encontro: Para ilustrar o trabalho, será exposto um filme documentário referente à nanotecnologia e aplicações. Haverá reflexão dialogada sobre o filme.

4º Encontro: Elaboração dos trabalhos pelos grupos, com auxílio do professor. Planejamento de dias para as apresentações.

5º Encontro: Finalização da elaboração dos trabalhos. Nesta etapa, os alunos estarão concluindo suas atividades de revisão bibliográfica, formatação de trabalhos e apresentação oral. Combinou-se tempo individual para as apresentações.

6º Encontro: Apresentação oral e escrita dos trabalhos com posterior espaço para reflexão oral entre alunos e professor.

7º Encontro: Avaliação através de uma redação sobre os temas trabalhados na nanotecnologia. A redação deverá ser composta pelos conceitos de nanotecnologia e dos três temas específicos apresentados pelos grupos. Na finalização da aula, o professor coloca-se à disposição, ao aluno que desejar, para aprofundar conhecimentos através de indicação de artigos de nível médio e sites oficiais relacionados.

ATIVIDADE 2: ESTUDO DIRIGIDO POR MEIO INFORMATIZADO

Objetivos

Estudar através de orientação do professor conceitos importantes sobre Nanotecnologia, utilizando como recurso material de multimídia.

Tempo previsto

Três horas/aula

Habilidades, Atitudes e Valores

Desenvolver a capacidade de investigação, organização, interpretação, trabalhar em grupo,

Recursos necessários

Laboratório de informática com acesso a internet. Caso a escola não tenha esta disponibilidade pode ser utilizado um Estudo de Texto.

Procedimentos

1º - Dividir os alunos em grupos(Maximo 4 alunos) ;

2º - Solicitar que acessem os sites(sugestões):

<http://www.tecnologiademateriais.com.br/nanotecnologia/nanotecnologia.html>

http://www.sbpcnet.org.br/livro/56ra/banco_conf_simp/textos/ElsonLongo.htm

<http://www.mc.unicamp.br/nanoaventura/>

<http://www.comciencia.br/reportagens/nanotecnologia/nano17.htm>

3º-Pesquisar nestes sites os conceitos de Nanociência, Nanotecnologia, Nanopartícula e Nanômetro.

4º - Apresentar os resultados da pesquisa para discussão no grande grupo.

5º - Um representante de cada grupo registra as palavras mais importantes no quadro.

6º - Em grande grupo, uma única definição(toda a turma) é escrita do conceito focado no estudo.

Avaliação

A avaliação realizada através da participação em cada etapa da atividade realizada, ou seja, o interesse pelo aluno na busca de novos materiais além dos citados pelo professor para a pesquisa, a apresentação e discussão em grande grupo.

ATIVIDADE 3 : LINHA CRONOLÓGICA DA CIÊNCIA

Objetivos

Classificar em ordem cronológica os grandes feitos da ciência e relacionar fatos e situações com as descobertas da nanociências.

Tempo Previsto

90 minutos

Início: (10 minutos). Explicação da atividade e fixação do painel no quadro negro;

Desenvolvimento:

1º fase (15 minutos). Colocação dos cartões chave na linha do tempo;

2º fase (10 minutos). Formação de pequenos grupos e distribuição dos envelopes contendo os demais cartões;

3º fase (30 minutos). Distribuição dos cartões, na linha do tempo, relacionando-os com os cartões chave.

Habilidades

Ao final da atividade, o aluno deverá saber ordenar, comunicar-se, organizar dados e consultar bibliografia e/ ou material de apoio.

Atitudes

Deseja-se motivar e desenvolver nos alunos as atitudes de disciplina, organização, participação, interesse e cooperação.

Procedimentos

1. Após as considerações iniciais, organizar um painel fixando no quadro negro cartolina, TNT ou papel pardo;
2. Desenhar no painel a linha do tempo tecnológica;
3. Dispor os cartões chave no painel a fim de que sejam visíveis a todos os

alunos;

4. Formar pequenos grupos de alunos pela proximidade (máximo de 5 alunos) e proceder a entrega dos envelopes aos grupos, que contêm outros cartões relacionados aos cartões chaves.
5. Cada envelope deverá, obrigatoriamente, conter cartões ligados a todos os assuntos chaves.
6. Encaixar os cartões do envelope adequadamente junto aos cartões chave de tal forma que deverá haver conexão entre os cartões, e o encaixe seguirá a ordem cronológica dos acontecimentos. Obs: Para cada novo cartão fixado na linha do tempo, deverá ser realizada uma pequena discussão a cerca do conteúdo do mesmo, com base no material de apoio elaborado e entregue aos alunos com antecedência.

Avaliação

A avaliação dar-se-á pela observação do professor, em sala de aula, das atitudes dos alunos durante a realização da atividade. As atitudes esperadas são: disciplina, organização, participação, interesse e cooperação.

ATIVIDADE 4: DO MACROSCÓPICO AO MICROSCÓPICO: CONSTRUINDO A ESCALA NANOMÉTRICA

Objetivos gerais

Com esta atividade, pretende-se que o aluno possa reconhecer as diferentes granulometrias, através da comparação e distinção, dos materiais macroscópicos apresentados. Tornando-se possível, perante as relações feitas, a construção de uma escala nanométrica a partir da visão microscópica dos mesmos. Deseja-se também que o aluno compreenda de forma geral a nanotecnologia.

Objetivos específicos

- Identificar diferentes granulometrias de substâncias a partir da visão macroscópica e microscópica dos mesmos;
- Comparar, classificar e ordenar as substâncias através de sua granulometria;
- Construir uma escala nanométrica a partir dos resultados obtidos;

Tempo previsto:

Dois períodos de 50 minutos cada.

Obs.: Estas aulas podem ser regidas de forma demonstrativa, prática, dialogada e em grupo.

Habilidades

- Ser capaz de manipular os materiais;
- Observar corretamente a mudança de escala;
- Ordenar as partículas em macroscópicas e microscópicas;

Atitudes

Para realizar esta atividade é importante que o aluno mantenha sua atenção, seja organizado e interaja com os colegas, participando efetivamente de cada etapa da atividade, mantendo um bom comportamento e educação perante todos.

Valores

- Cooperação;
- Respeito mútuo;
- Autonomia;
- Comprometimento;
- Tolerância;

Recursos

Para a realização desta atividade será necessária a utilização de multimídia para assistirmos dois vídeos e para apresentação das imagens microscópicas.

Produtos e materiais necessários para o experimento:

- Cola;
- Papel pardo;
- Tesoura;
- Canetas hidrocor coloridas;
- Gral e pistilo;
- Espátulas;
- Vidro relógio;
- Faca;
- Grafite de lapiseira;
- *Amido de milho;*
- *Negro de fumo (Fuligem);*
- *Achocolatado;*
- *Talco;*

- Açúcar refinado;
- Açúcar cristal;
- Açúcar confeiteiro;
- Adoçante FINN.

Questões para debate

1. O que é Nanotecnologia?
2. Porque estudar Nanotecnologia?
3. Você conhece algum produto relacionado a Nanotecnologia?
4. Qual a real escala que estes produtos pertencem?
5. Qual a diferença entre carvão, grafite e negro de fumo se todos são formados por carbono?
6. Todos os objetos macroscópicos são também microscópicos? Ou tem em sua formação partículas microscópicas?

Descrição das atividades

1° parte

Introduzir o assunto com uma explosão de idéias sobre o conceito macroscópico e microscópico, questionando os alunos sobre: *Que materiais são estes?; Como podemos visualizá-los?;* Aprofundando os questionamentos e relacionando com a nanotecnologia: Qual é o tamanho da partícula microscópica? A que escala pertencem?. Esta explosão de ideias deve ser feita em aula para que os alunos pensem sobre este assunto e analisem o que compreendem com a ajuda do professor. Após o término desta etapa, apresentar slides que comparem a escala macro e micro, exibir o vídeo (1) que nos mostra esta visão no universo e para embasar as idéias sobre nanociência, exibir “flechas” do vídeo (2) sobre nanotecnologia.

Lincks Relacionados:

- (1) <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/videos/macro-e-microcosmo-video.php>

- (2) <http://video.globo.com/Videos/Player/Noticias/0,,GIM1195697823NANOTECCNOLOGIA,00.html>;

2º parte da aula: chegando na escala nanométrica.

Serão apresentadas duas sugestões de atividades práticas envolvendo nanotecnologia para o ensino médio.

Antes de começar a prática, o professor lerá junto com os alunos o roteiro explicando as medidas de segurança e como deve ser realizado, fazendo também uma apresentação de slides contendo imagens microscópicas de alguns materiais que vamos utilizar. No próximo momento partimos então, para manipulação dos Kits. Os alunos serão separados em grupos (no máximo seis), conforme o número total de alunos na classe, de modo que todos os alunos participem efetivamente do experimento que estabelece a seguinte dinâmica:

Atividade 1

Cada grupo receberá um kit de substâncias e deverá classificar as diferentes granulometrias dos materiais, relacionando um com o outro. Solicitar para os alunos, que construam um cartaz com a ordem crescente do tamanho de partícula dos açúcares, baseando-se apenas na sua observação, classificando estes açúcares em: Cristal, Refinado, Confeiteiro e Adoçante. O objetivo de identificar e classificar estes materiais são de conhecermos melhor as escalas microscópicas. Usando as imagens microscópicas relacionadas abaixo, os alunos deverão colá-las embaixo do material que estas imagens pertencem.

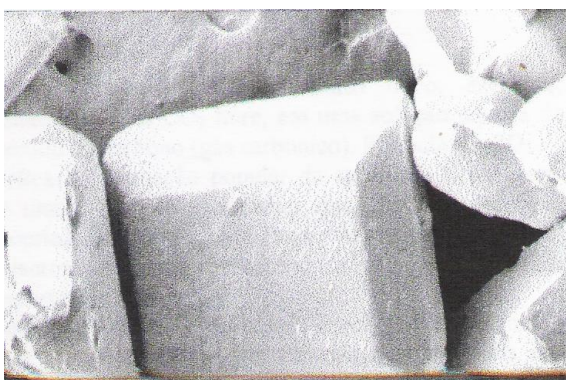


Figura 1. Açúcar Cristal

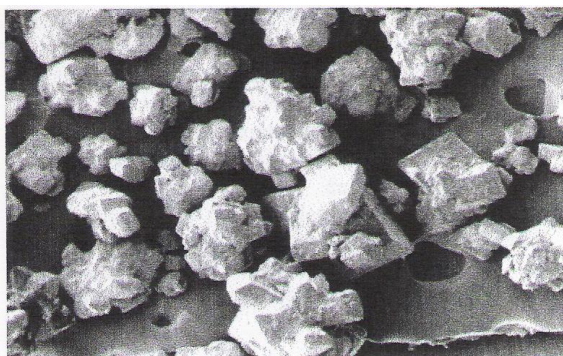


Figura 2. Açúcar Refinado

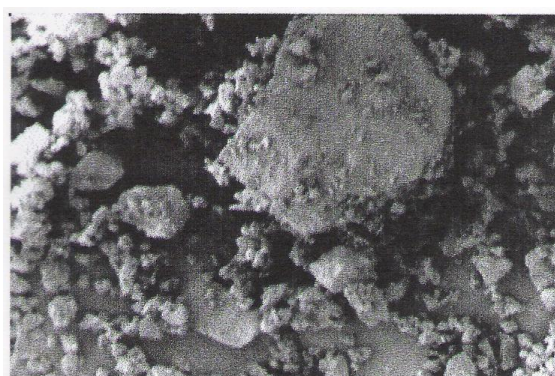


Figura 3. Açúcar de Confeiteiro



Figura 4. Adoçante Finn

Atividade 2

Cada grupo receberá um kit de substâncias (Negro de fumo- fuligem, achocolatado, talco, açúcar refinado, amido de milho e grafite) e deverá classificar as diferentes granulometrias dos materiais, relacionando um com o outro. Solicitar para os alunos, que primeiramente cortem o grafite em pedaços,

reserve alguns destes pedaços e triturem o restante com o auxílio do gral e do pistilo. Após, os alunos devem construir um cartaz em ordem crescente de tamanho de partícula, baseando-se apenas na sua observação macroscópica. Com a ajuda do professor pesquisar e relacionar o tamanho das partículas em nm e acrescentar no painel.

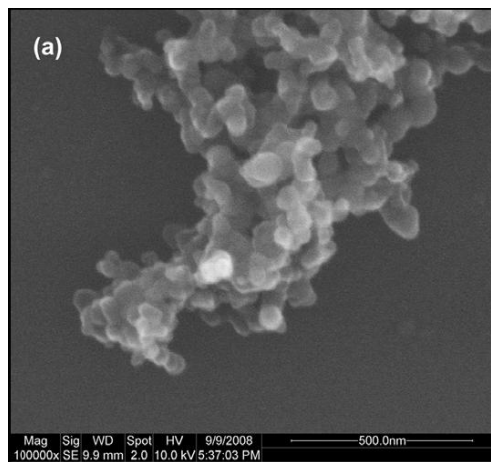


Figura (a). Fuligem

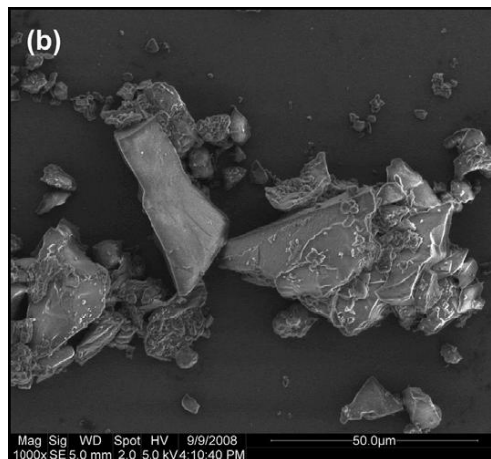


Figura (b). Achocolatado

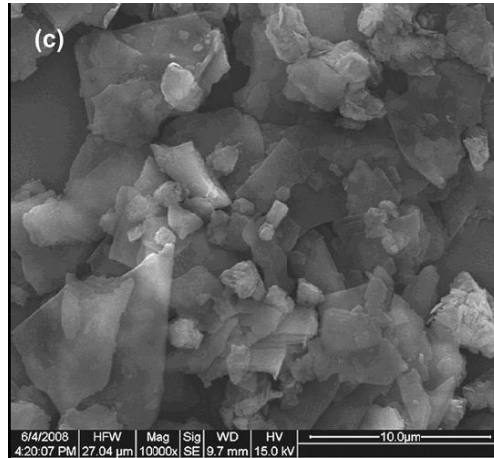


Figura (c). Talco

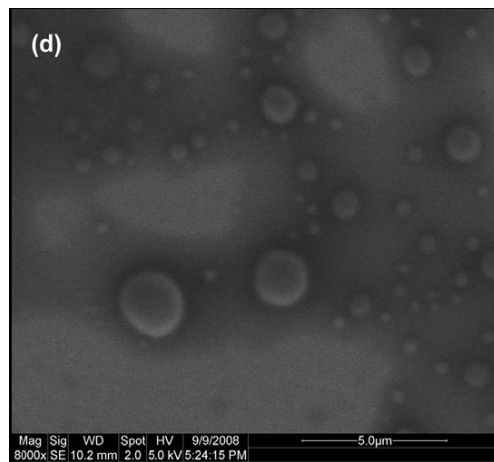


Figura (d). Açúcar refinado

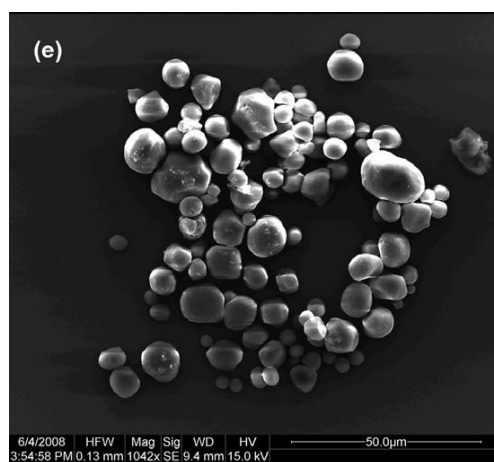


Figura (e). Amido

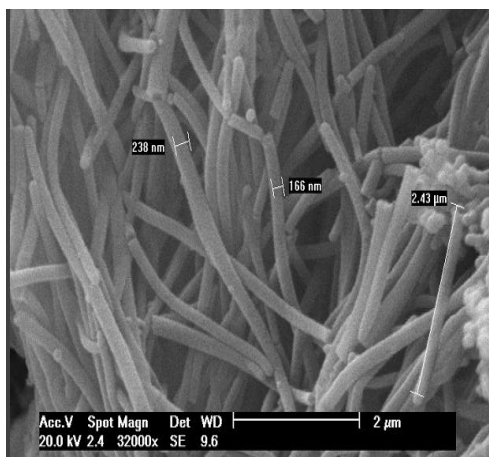


Figura (f). Grafite

Avaliação

A *avaliação individual* será feita através de fichas disponíveis ao professor e de um relato dos alunos descrevendo o que aprenderam e o que não compreenderam desta aula. Nas fichas vão conter uma lista com os objetivos, habilidades e competências esperadas para esta atividade prática. O professor avaliará os alunos durante todas as etapas da atividade com estas fichas. Segue abaixo um exemplo de ficha:

Ficha de Avaliação Individual

- Itens a serem avaliados

- I** – Participação nas discussões;
- II** – Comprometimento com as tarefas assumidas (ex.: entrega de trabalhos na data estipulada pelo professor, construção do painel);
- III** – Interesse na discussão do trabalho;
- IV** – Colaboração com o professor e demais colegas com o bom andamento da aula (disciplina e assiduidade);

	ITENS A SEREM AVALIADOS				
ALUNOS	I	II	III	IV	NOTA FINAL

A *avaliação em grupos* será feita através da entrega de um trabalho escrito. Que consiste em uma pesquisa do tamanho real dos materiais apresentados para ser feita a verificação no painel de um possível erro, se houver o erro, deverá ser apresentada uma justificativa do porque deste erro.

Segurança

- Não ingerir nenhum material mesmo que seja comestível;
- Manusear com cuidado a tesoura;
- Não assoprar nenhum material em pó para que não irrite os olhos, garganta e nariz dos colegas e para não haver inalação;
- Meninas devem amarrar os cabelos para evitar acidentes;

Informações toxicológicas dos produtos químicos utilizados em aula

Negro de fumo

Tipo de contato	Síndrome tóxica	Tratamento
Pó	Exposição a grandes concentrações pode ocorrer desconforto físico para os olhos, estomago, via respiratória e pele.	Mover para o ar fresco. Manter as pálpebras abertas e enxaguar com muita água. Lavar as mãos com água e sabão, caso aja inalação. Se persistir o desconforto

		procurar um médico.
--	--	---------------------

Grafite

Tipo de contato	Síndrome tóxica	Tratamento
Pó	Irritante para os olhos, nariz e garganta. Nocivo, se inalado causa irritação ao trato respiratório. Pode ser prejudicial se absorvido pela pele. Pode ser perigoso se ingerido.	Mover para o ar fresco. Manter as pálpebras abertas e enxaguar com muita água. Lavar as mãos com água e sabão. Caso aja inalação ou ingestão e persistindo o desconforto procurar um médico.

As demais substâncias utilizadas (amido de milho, açúcar, achocolatado e talco), não apresentam toxicidade, no entanto é necessário o cuidado para não inalar o respectivo pó.

ATIVIDADE 5 : ESTUDO DE CASO: NANOTECNOLOGIA

Objetivo

Analisar de maneira minuciosa e objetiva situações reais no contexto da nanotecnologia.

Habilidades

Análise, interpretação, crítica, formulação de hipóteses.

Atitudes e Valores

Disciplina, organização, participação, respeito, cooperação e honestidade.

Procedimentos

1 O professor expõe os casos (anexos 1, 2 e 3) de forma expositiva ou convidando os alunos para uma leitura individual. Após essa primeira etapa, o professor indica os aspectos mais importantes a serem analisados.

2 Os alunos analisam o caso explorando seus pontos de vista com argumentações.

3 Os alunos debatem as soluções, discernindo as melhores conclusões.

4 O professor retoma aspectos principais debatendo coletivamente.

O trabalho poderá ser realizado em grupo. Cada grupo poderá receber um caso para ser analisado e o mesmo caso poderá ser objeto de estudo para diversos grupos.

Avaliação

Os alunos poderão ser avaliados através de fichas com critérios como: coerência na análise do caso e levantamento de hipótese, riqueza na argumentação, aplicações dos conhecimentos produzidos a partir do conteúdo, interesse e conclusão.

Caso 1: Nanotecnologia aplicada na Oncologia

Entre as possíveis aplicações da nanomedicina estão tratamentos de problemas cardiovasculares, diabetes, mal de Alzheimer, eliminação de pedra nos rins, etc. Porém, a oncologia parece ser uma das áreas mais promissoras para a nova tecnologia, tanto que essa promete ser a primeira área em que as aplicações clínicas devem ocorrer. Pesquisadores da Universidade Rice, nos Estados Unidos, desenvolveram estruturas esféricas microscópicas que chamaram de “nanoshells” (algo como nanocarapaças) que, quando injetadas na corrente sanguínea do paciente, carregam medicamentos diretamente para células cancerígenas, sem afetar as saudáveis. “Essas estruturas manipuladas por meio de técnicas derivadas de nanotecnologia já estão em fase de testes. Entre outros aspectos positivos, elas minimizam os efeitos colaterais da quimioterapia”, explica Adriano Cavalcanti, aluno de doutorado da Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação da Unicamp, que criou um software para a construção de nanorrobôs. Apostando na eficácia da nanotecnologia no diagnóstico, prevenção e combate ao câncer, O Instituto Nacional de Câncer dos EUA aplicou cerca de 150 milhões de dólares para as pesquisas de nanomedicina no começo de 2004.

Orientações para o estudo de caso 1:

1 Ler atentamente o caso 1

2 Analisar e discutir aspectos como:

O que são, exatamente, os nanorrobôs?

Para que servem?

Do que são constituídos?

Como são aplicados?

Já se encontram disponíveis no mercado?

Qual o seu tamanho em nanômetros?

3 Pesquisar em que outras situações (além da oncologia) os nanorrobôs são aplicados.

4 Referência Bibliográfica

<http://www.omnieducacional.com.br/nanotecnologia/medicina.html>

Caso 2: Nanotecnologia aplicada à Engenharia de Materiais

O papel poderia ser o futuro da energia para a parafernália eletrônica? Assim como os plásticos desencadearam uma revolução na fabricação de materiais do dia a dia, uma nova fonte de energia composta por celulose, nanotubos de carbono e uma pitada de sais líquidos poderia revolucionar a energia por trás dos aparelhos, de iPhones a marca-passos.

“Temos uma bateria de papel, um supercondensador e dispositivo híbrido de supercondensador e bateria, que poderiam ser usados em uma variedade de aplicações de armazenamento de energia”, explica Robert Linhardt, do Rensselaer Polytechnic Institute (RPI) em Troy, Nova York, que ajudou a liderar a equipe responsável pela descoberta. “Esses dispositivos são leves e flexíveis, e compostos basicamente de papel de celulose – um material que não agride o ambiente e é biocompatível.”

Produzido em colaboração entre três laboratórios no RPI – biopolímeros, nanotubos e eletrônicos – o papel com energia funciona ao utilizar a celulose para separar nanotubos de carbono alinhados, funcionando como eletrodos. Os nanotubos são desenvolvidos e a celulose é dissolvida em um eletrólito – uma bateria comum usa ácido sulfúrico, mas nesse caso um líquido iônico em temperatura ambiente (também conhecido como sal líquido), é derramado ao redor da bateria de papel. Após a secagem, o resultado é uma folha fina de “papel nanocomposto”, que pode ser enrolada, torcida ou dobrada a qualquer curvatura, relataram os pesquisadores na publicação *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*.

Além de toda essa flexibilidade, a bateria de papel também pode ser cortada ou empilhada, e funciona em uma grande variação de temperatura, de 38°C a 177°C, sem pegar fogo. E, dependendo de como o papel é fabricado, pode funcionar como uma bateria, como um supercondensador (dispositivo para armazenamento de energia surpreendentemente eficaz e que pode fornecer energia rapidamente), ou ambos. Separar nanotubos de carbono com celulose dá origem a um papel preto e um supercondensador de escala comercial relata a equipe; já ao se separar os nanotubos de carbono de uma camada de lítio laminado, se obtém uma bateria de longa duração e um papel de duas cores: preto de um lado e cinza do outro.

Orientações para o estudo de caso 2

1 Ler atentamente o caso 2

2 Analisar e discutir aspectos como:

O que é, exatamente, a bateria de papel?

Já está disponível no mercado?

O que é biocompatibilidade?

3 Pesquisar em que outras situações (além de eletrônicos) são aplicadas as baterias de papel.

4 Referência Bibliográfica

http://www2.uol.com.br/sciam/noticias/energia_que_vem_do_papel.html

ATIVIDADE 6 : ÁGUA: DO PROBLEMA À SOLUÇÃO

Objetivos

Proporcionar conhecimentos sobre a questão da água, importância, poluição e soluções, identificar os fatores que podem ser pesquisados para a despoluição da água, utilizar os textos dos artigos para a pesquisa e observar e compreender toda a problematização da água, buscando soluções através de pesquisa em sala de aula

Tempo previsto

A atividade terá um tempo previsto para sua realização de 2 períodos.

Habilidades

Observar;
Comunicar-se;
Interpretar;
Pesquisar;
Preparar síntese do texto;
Elaborar conclusões
Discutir com o grande grupo.

Atitudes

Ser curioso;
Ser interessado;
Ser participativo;
Ser atencioso;
Ser disciplinado;
Ser organizado;
Ser cooperativo;
Ser responsável;
Ser honesto.

Valores

Responsabilidade

Atenção
Organização
Interesse
Participação

ORIENTAÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DA ATIVIDADE

A atividade proposta é a seguinte:

Primeiramente dividir a turma em 5 grupos. Cada grupo receberá um artigo sobre o tema água:

- 1- a importância da água para a sobrevivência humana (anexo 1)
- 2- tratamento da água do rio até a nossa casa (anexo 2)
- 3- poluição da água (anexo 3)
- 4- as soluções e aproveitamento para consumo de água potável (esta etapa é composta de 2 artigos, portanto 2 grupos) (anexo 4)

PROCEDIMENTOS

Esta atividade baseia-se em um estudo de texto

- 1- Após os alunos receberem os textos em seus grupos, eles terão um tempo para ler e discutir o texto;
- 2- Os alunos farão uma análise textual, verificando vocabulário, conversando entre si e esclarecendo idéias;
- 3- Após compreenderem a mensagem do autor, os componentes do grupo irão anotar as dúvidas e observações do grupo, e assim elaborar um resumo, uma síntese do que entenderam sobre o texto, para ser apresentado e entregue;
- 4- Cada grupo fará uma breve apresentação sobre seu texto para discutir com o grande grupo, fazendo assim a problematização;

5- Por fim, discutiremos para uma reelaboração das idéias e maior compreensão sobre o assunto.

AVALIAÇÃO

A avaliação se dará em função da participação de cada aluno em seu grupo e após na discussão com o grande grupo. Se dará também em relação à entrega do resumo.

ANEXOS

ARTIGOS

ARTIGO 1 – IMPORTÂNCIA DA ÁGUA PARA SOBREVIVÊNCIA HUMANA O QUE É ÁGUA:

A água é formada de dois átomos de hidrogênio (H₂) e um átomo de oxigênio (O), formando assim, a molécula H₂O.

Mas não se pode esquecer que há dois tipos de água, a Salgada e a Doce. A salgada ocupa 99% no total destas, sendo que a doce ocupa só 1% do espaço aquático no planeta Terra, sendo também que, apenas 0,23% deste total (estimativa).

O maior problema nisso tudo é que a maioria dos seres vivos necessita de água doce para sua sobrevivência e esta está ficando cada vez em menor quantidade, sendo assim, se ninguém cuidar, a vida poderá se acabar, ou pelo menos diminuir.

PRINCIPAIS PROPRIEDADES:

O Corpo Humano: Somos 70% Líquido

A maioria dos pesquisadores concorda que a ingestão de água pura é um dos mais importantes fatores para a conservação da saúde, prevenção das doenças e proteção do organismo contra o envelhecimento. Não é para menos: cerca de 10 milhões de pessoas morrem anualmente de doenças transmitidas pela água.

IMPORTÂNCIA DA ÁGUA EM NOSSA VIDA:

A Água no Corpo Humano

Cerca de 70 % do corpo humano é formado por água. Perdemos por dia em condições normais:

Respiração (durante a expiração) - 0,4 litro

Urina - 1,2 litro

Transpiração - 0,6 litro

Evacuação - 0,1 a 0,3 litros

TOTAL (aproximadamente) - 2,5 litros

Quanta água precisa repor por dia:

Bebendo água - 1,5 litros. Ingerindo alimentos - 1,0 litro

A ÁGUA NO MUNDO:

- Quantidade de água existente no Planeta Terra: 1,6 bilhões de Km³

- 1.350.000.000 Km³ de água salgada

- 29.000.000 Km³ de água doce congelada nas geleiras e calotas

- 8.600.000 Km³ de água doce nos continentes e sob eles

- 13.000 Km³ na forma de vapor de água na atmosfera

Divisão da Água no Mundo

Quantidade em trilhões de toneladas

- 97,3 % é salgada e está nos mares e oceanos. 1.235.000

- Apenas 3 % é água doce e está dividida em: 41.000

- 75 % congelada nas calotas polares e geleiras. 30.750

- 13,785 % no subsolo entre 3.750 m e 750 m (lençóis profundos). 5.652

- 10,79 % no subsolo acima de 750 m. (lençóis superficiais). 4.424

- 0,3 % em lagos e lagoas. 123

- 0,03 % nos rios. 12

- 0,06 % na umidade do solo. 25

- 0,035 % na atmosfera na forma de vapor d'água. 14

FONTE: BRASIL ESCOLA

ARTIGO 2 – TRATAMENTO DA ÁGUA DO RIO ATÉ A NOSSA CASA

Como funciona uma estação de tratamento de água?

por Débora Pivotto

As estações de tratamento usam filtros e vários produtos químicos para limpar a água que sai pelas torneiras das casas. Todo esse cuidado não é pra menos. A água captada de rios ou represas vem com folhas, peixes, lodo e muitas bactérias. Para chegar às casas limpa e sem cheiro, ela passa cerca de três horas dentro de uma estação de tratamento (ETA), o que inclui fases de decantação da sujeira, filtragem e adição de cloro e flúor, entre outras etapas. Segundo dados do IBGE, essa superoperação de limpeza atende a maior parte da população do país: 80% dos brasileiros têm acesso à água tratada. Tão complicado quanto o tratamento é a captação de água para abastecer uma grande cidade. No estado de São Paulo, por exemplo, a rede de reservatórios conectados que abastece a capital paulista é tão grande que a água que sai das represas mais distantes pode levar até 30 dias para chegar a uma ETA da capital. No infográfico ao lado, você vê como funciona a maior das 197 ETAs de São Paulo, a de Guaraú, que fica na zona norte da capital e abastece 8,1 milhões de pessoas!

Faxina aquática

Cal, flúor e cloro são empregados na operação limpeza da ETA

1. A captação de água mais distante para abastecer a ETA de Guaraú é na represa Jaguari-Jacareí. A água passa por 48 km de túneis, por outras quatro represas e ainda por uma estação elevatória, onde é bombeada 120 m terreno acima. Assim, ela desce com grande pressão até a ETA
2. Válvulas controlam o fluxo de água que entra na estação. Ao chegar, a água vai direto para um tanque enorme, a bacia de tranquilização, onde diminui de velocidade. A seguir, passa por grades que retêm sujeiras maiores, como folhas, galhos, troncos e até peixes
3. Na tal bacia dosadores despejam cloro na água para deixar os metais menos solúveis e para destruir microorganismos. De lá, a água vai para o canal de coagulação, onde outros dosadores liberam sulfato de alumínio para desestabilizar as partículas de sujeira

4. A etapa seguinte é a floculação. Em tanques menores, válvulas provocam uma suave turbulência na água. Com o agito, as partículas de sujeira desestabilizadas colidem umas com as outras e vão se unindo, formando flocos maiores
5. A água segue da floculação para uma espécie de grande piscina, o decantador, onde fica retida por cerca de 90 minutos. Esse é o tempo necessário para a decantação, ou seja, para os pesados flocos de sujeira descerem até o fundo da "piscina", formando um tipo de lodo
6. Em cada decantador há duas grandes pás. Com movimentos lentos, elas arrastam a sujeira afundada para o centro do decantador, onde há uma saída para um poço. A cada duas horas, o lodo acumulado no poço é bombeado para um canal de esgoto
7. A água da superfície do decantador é recolhida por canaletas e levada a dezenas de filtros verticais: a água entra por cima deles e sai por baixo. Cada filtro tem camadas de carvão, areia, pedregulho e cascalho que retêm o que resta de sujeira na água
8. A água filtrada vai para um canal onde recebe mais cloro, cal e flúor. O cloro garante que a água chegue desinfetada até a casa mais distante da ETA. A cal eleva o pH, o que impede a corrosão dos canos da rede de abastecimento. Já o flúor previne as cáries na população
9. Terminado o tratamento, a água vai para um reservatório, de onde saem adutoras - grandes tubulações - que distribuem a água para a cidade. Todo esse processo é monitorado 24 horas por dia por funcionários da ETA

Água de beber?

Mesmo com o tratamento, matar a sede direto da torneira tem seus riscos

A água que sai das ETAs é totalmente potável. Portanto, teoricamente, quem mora em cidades abastecidas com água tratada poderia matar a sede direto da torneira.

O problema é que na maioria das casas e prédios a água da rua fica em caixas-d'água que, se não forem mantidas limpas, podem contaminá-la. "Se a caixa não estiver bem fechada, pode cair sujeira e até permitir a entrada de pequenos animais como ratos", diz Simone Gonçalves, química da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp). A recomendação é manter a caixa-d'água bem fechada e limpá-la a cada seis meses.

FONTE: Mundoestranho.abril.com.Br

ARTIGO 3 – POLUIÇÃO DA ÁGUA

Introdução

A água é um bem precioso e cada vez mais tema de debates no mundo todo. O uso irracional e a poluição de fontes importantes (rios e lagos), podem ocasionar a falta de água doce muito em breve, caso nenhuma providência seja tomada.

Falta de água

Este milênio que está começando, apresenta o grande desafio de evitar a falta de água. Um estudo recente da revista Science (julho de 2000) mostrou que aproximadamente 2 bilhões de habitantes enfrentam a falta de água no mundo. Em breve poderá faltar água para irrigação em diversos países, principalmente nos mais pobres. Os continentes mais atingidos pela falta de água são: África, Ásia Central e o Oriente Médio. Entre os anos de 1990 e 1995, a necessidade por água doce aumentou cerca de duas vezes mais que a população mundial. Isso ocorreu provocado pelo alto consumo de água em atividades industriais e zonas agrícolas. Infelizmente, apenas 2,5% da água do planeta Terra são de água doce, sendo que apenas 0,08% está em regiões acessíveis ao ser humano.

Causas da poluição das águas do planeta

As principais causas de deteriorização dos rios, lagos e dos oceanos são: poluição e contaminação por poluentes e esgotos. O ser humano tem causado todo este prejuízo à natureza, através dos lixos, esgotos, dejetos químicos industriais e mineração sem controle.

Em função destes problemas, os governos preocupados, tem incentivado a exploração de aquíferos (grandes reservas de água doce subterrâneas). Na América do Sul, temos o Aquífero Guarani, um dos maiores do mundo e ainda pouco utilizado. Grande parte das águas deste aquífero situa-se em subsolo brasileiro.

Problemas gerados pela poluição das águas

Estudos da Comissão Mundial de Água e de outros organismos internacionais demonstram que cerca de 3 bilhões de habitantes em nosso planeta estão vivendo sem o mínimo necessário de condições sanitárias. Um milhão não tem acesso à água potável. Em virtude desses graves problemas, espalham-se diversas doenças como diarreia, esquistossomose, hepatite e febre tifóide, que matam mais de 5

milhões de seres humanos por ano, sendo que um número maior de doentes sobrecarregam os precários sistemas de saúde destes países.

Soluções

Com o objetivo de buscar soluções para os problemas dos recursos hídricos da Terra, foi realizado no Japão, em março de 2003, o III Fórum Mundial de Água. Políticos, estudiosos e autoridades do mundo todo aprovaram medidas e mecanismos de preservação dos recursos hídricos. Estes documentos reafirmam que a água doce é extremamente importante para a vida e saúde das pessoas e defende que, para que ela não falte no século XXI, alguns desafios devem ser urgentemente superados: o atendimento das necessidades básicas da população, a garantia do abastecimento de alimentos, a proteção dos ecossistemas e mananciais, a administração de riscos, a valorização da água, a divisão dos recursos hídricos e a eficiente administração dos recursos hídricos.

Embora muitas soluções sejam buscadas em esferas governamentais e em congressos mundiais, no cotidiano todos podem colaborar para que a água doce não falte. A economia e o uso racional da água deve estar presente nas atitudes diárias de cada cidadão. A pessoa consciente deve economizar, pois o desperdício de água doce pode trazer drásticas conseqüências num futuro pouco distante.

Dicas de economia de água: Feche bem as torneiras, regule a descarga do banheiro, tome banhos curtos, não gaste água lavando carro ou calçadas, reutilize a água para diversas atividades, não jogue lixo em rios e lagos, respeite as regiões de mananciais.

FONTE: www.suapesquisa.com

ARTIGO 4 – SOLUÇÕES E APROVEITAMENTO PARA CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL

Dessalinização da Água do Mar

A dessalinização de águas salobras acontece quando passa a vapor e se torna doce e o vapor não produz água salgada depois que se condensa.

Nos oceanos esta é a principal solução para o atendimento das futuras demandas de água doce, já que são possuidores de 95,5% da água existente no Globo Terrestre.

A dessalinização da água salgada ou salobra, do mar, dos açudes e dos poços, se apresenta como uma das soluções para a humanidade vencer mais esta crise que já se pronuncia.

Atualmente muitos países e cidades estão se abastecendo totalmente de água doce extraída da água salgada do mar que, embora ainda a custos elevados, se apresenta como a única alternativa, concorrendo com o transporte em navios tanques, barcaças e outros.

O consumo de água doce no mundo cresce a um ritmo superior ao do crescimento da população, restando, como uma das saídas, a produção de água doce, retirando-a do mar ou das águas salobras dos açudes e poços.

O uso das fontes alternativas de energia, como a eólica e a solar, apresentam-se como uma solução para viabilizar a dessalinização no nosso semi-árido, visando o consumo humano e animal e a micro-irrigação, o que propiciaria melhores condições para a fixação do homem no meio rural.

O Nordeste é caracterizado por condições semi-áridas, com baixa precipitação pluviométrica e por um solo predominantemente cristalino, que favorece a salinização dos lençóis freáticos. Até agora as iniciativas se restringiram a soluções paliativas, como a construção de açudes e a utilização de carros pipa.

A dessalinização de água através de osmose inversa apresenta-se como uma ótima alternativa, uma vez que possui um menor custo quando comparado com outros sistemas de dessalinização. Além de retirar o sal da água, este sistema permite ainda eliminar vírus, bactérias e fungos, melhorando assim a qualidade de vida da população interiorana. O seu funcionamento está baseado no efeito da pressão sobre uma membrana polimérica, através da qual a água irá passar e os sais ficarão retidos. A integração com a energia eólica faz-se necessária devido ao baixo índice de eletrificação rural da região, tornando o sistema autônomo. Será utilizada uma turbina de 1.5 KW que irá fornecer eletricidade alternadamente para a bomba de captação de água do poço.

ARTIGO 5 – SOLUÇÕES E APROVEITAMENTO PARA CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL

Membrana de nanotubos de carbono torna dessalinização mais barata

Cientistas do Laboratório Nacional Lawrence Livermore, Estados Unidos, desenvolveram uma membrana feita com nanotubos de carbono e silício que poderá, além de inúmeras outras aplicações, ser uma forma mais eficiente de se fazer a dessalinização da água.

Bilhões de nanotubos - tubos ocos de carbono cujas paredes têm apenas um átomo de espessura - transformam-se nos poros da membrana. O resultado são poros tão finos que cada um deles permite a passagem simultânea de apenas seis moléculas de água. Já as partículas maiores são automaticamente bloqueadas.

A membrana foi construída preenchendo-se os espaços entre os nanotubos de carbono - que foram alinhados - com um material cerâmico. A superfície super lisa dos nanotubos de carbono permite que líquidos e gases fluam rapidamente através deles.

"O fluxo de água e gás que nós medimos é de 100 a 10.000 vezes mais rápido do que o previsto pelos modelos clássicos," afirma o cientista Olgica Bakajin. As membranas de nanotubos de carbono poderão ser utilizadas para a dessalinização e a desmineralização da água. A remoção do sal da água do mar e de águas salobras hoje é feito pelo processo de osmose reversa, uma técnica que utiliza membranas menos permeáveis e altas pressões, o que torna sua operação muito cara.

Quando totalmente desenvolvidas, as novas membranas super-permeáveis poderão reduzir os custos de energia no processo de dessalinização em até 75%. Ainda não há previsão de sua chegada ao mercado.

FONTE: Redação do Site Inovação Tecnológica - 25/05/2006

ATIVIDADE 7: JURI QUÍMICO: NANOTECNOLOGIA EM DEBATE

Objetivos

Vivenciar a estratégia de ensino: júri simulado e debater o assunto nanotecnologia: seus benefícios e malefícios.

Tempo previsto

2 horas / aula

Introdução

O júri simulado é uma estratégia de ensino que envolve as mais diversas áreas do conhecimento, com o objetivo de oportunizar aos alunos a vivência do raciocínio lógico; o desenvolvimento do espírito de liderança e o poder de convencimentos e a persuasão, favorecendo a pesquisa de assuntos relevantes na sociedade atual.

Habilidade

Ser capaz de interpretar as informações recebidas e a partir delas elaborar suas conclusões e defende-las com argumentos consistentes.

Procedimentos

A professora dividirá a turma da seguinte forma:

Organizar o júri com 5 a 6 componentes.

O restante da turma será dividida em 2 grupos, um de defesa e um de acusação sobre os benefícios e malefícios da nanotecnologia.

Cada grupo receberá material didático e outros documentos oferecido pelo professor como: artigos, reportagens de jornais e revistas, sites de internet.

* Sugestões:

-Nanotecnologia para melhor ou para pior?

Disponível em: www.espacoacademico.com.br/041/41rattner.htm

-Quando o assunto é nanotecnologia, publico acredita que riscos podem valer a pena.

Disponível em: www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010165070105.htm

-Nanotecnologia: seus benefícios e malefícios!

Disponível em: <http://jornaldomomento.blogspot.com/2009/04/nanotecnologia-seus-beneficios-e.html>

Cada grupo terá 30 minutos para ler e debater sobre o material recebido e a partir disso criar seus argumentos a favor ou contra a nanotecnologia.

Após este período começa o julgamento.

A professora funcionará como mediadora entre os grupos lerá as regras do debate:

Cada grupo terá 10 minutos para expor seus argumentos inicialmente, este período não poderá ser interrompido pelo grupo adversário.

Após esta exposição será concedido a cada grupo, um por vez, 5 minutos para réplica dos argumentos e 3 minutos para tréplica, sempre com o mediador orientando o debate e cuidando o tempo de cada grupo.

Após o termino das argumentações o júri terá 5 minutos para debater entre seus integrantes e dar o veredicto do julgamento informando a decisão a todo o grupo se a nanotecnologia faz bem ou mal afinal.

ATIVIDADE 8: PALESTRA: DESCOBRINDO A NANOTECNOLOGIA: A CIÊNCIA DO MUITO PEQUENO.

Justificativa

Debater questões sociais é essencial na escola, relacionando-as aos conteúdos escolares e promovendo transformações na compreensão de diversos temas na disciplina de química. Há preocupação dos professores com a abordagem, em suas salas de aula, de assuntos que aproximem a realidade do aluno e o contexto atual.

Nesse sentido, para ser um bom professor, é essencial o interesse em começar a realizar aos poucos as próprias mudanças, para assim concretizar objetivos educacionais como responsáveis pela educação de futuros cidadãos presentes na sociedade de amanhã, sendo o tema Nanotecnologia plenamente aplicável neste contexto.

Objetivos gerais

Palestrar sobre Nanociência e Nanotecnologia: As inovações tecnológicas que estão ocorrendo no mercado, o desenvolvimento dessa ciência e de como abordá-las no Ensino Médio.

Objetivos específicos

- Relacionar conceitos do dia-a-dia aplicados a nanotecnologia;
- Interagir com o desenvolvimento tecnológico.

Conteúdos Abordados

Serão apresentados diversos conceitos que envolvem o tema nanociência e nanotecnologia, que vai do átomo à formação da matéria, elementos da tabela periódica, as dimensões de grandeza do nanômetro, um breve histórico sobre Richard Feynman, com suas idéias relacionadas com o desenvolvimento de uma

nova ciência, e a transformação que o homem está conseguindo com a utilização de técnicas obtidas através de nanotecnologia.

Procedimentos

Palestra e dinâmicas em grupos.

Na primeira etapa (30/40 min.), será apresentada a palestra, utilizando um data-show. Imagens atrativas sobre o assunto serão mostradas, abordando tópicos mais relevantes, principalmente, a importância e suas aplicações no cotidiano. Na segunda etapa da aula (15 min.), os alunos poderão tirar as suas dúvidas com o palestrante, através de perguntas e/ou discussões com o grande grupo.

Avaliação

Propor para os alunos que, em grupos, eles confeccionem cartazes sobre o tema. Utilizando os conceitos abordados na Palestra.

ATIVIDADE 10: HISTÓRIA EM QUADRINHOS: DESCOBRINDO A NANOTECNOLOGIA

Objetivos

Oportunizar de uma forma lúdica aos alunos uma maneira de expor o conhecimento obtido sobre o assunto. Informar de forma descontraída pessoas que não tenham conhecimento sobre nanotecnologia.

Habilidade

Criação, raciocínio lógico e seqüencial, imaginação e organização de dados.

Procedimentos

A turma após desenvolver o tema nanotecnologia com as atividades apresentadas anteriormente deverá criar com o auxílio do professor uma historia em quadrinhos em grupos de no máximo 5 alunos, onde aborde de forma criativa todos os conhecimentos obtidos. Os alunos terão o período de um mês para a criação da historia, desenvolvimento dos desenhos e publicação da revista em quadrinhos da turma.

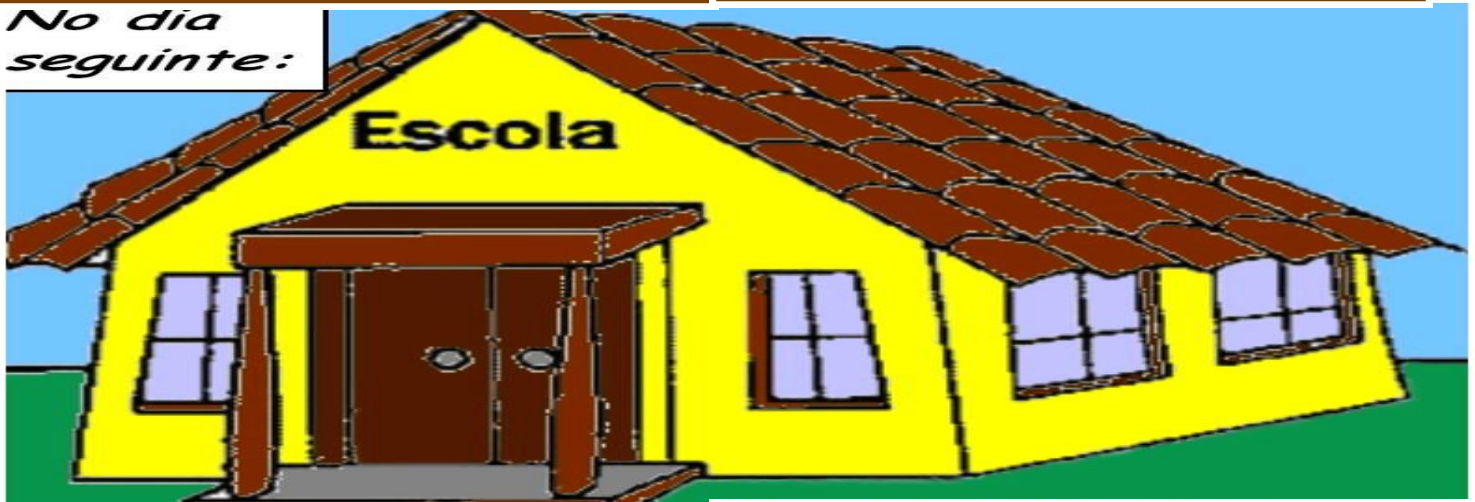
Apêndice 2 - Sugestão de história em quadrinhos

A turma da Aninha em em Conhecendo mais sobre nanotecnologia

Uma menina chega pra mãe e pergunta:



No dia
seguinte:







Na sala de aula:



Alunos em coro:



Em casa a menina comenta com a mãe:





ATIVIDADE 10: ATIVIDADES COMPLEMENTARES SOBRE NANOTECNOLOGIA

Objetivo

As atividades sugeridas tem por objetivo, apoiar e complementar o processo de ensino e aprendizagem sobre nanotecnologia ampliando para o aluno a possibilidade de aprofundamento, reflexão e investigação desse tema.

2) Atividades Propostas:

2.1) – Jogo “nanoaventura”

E uma Atividade utilizada para explorar conhecimento sobre nanociência e nanotecnologia:

Nessa atividade o professor deverá ser utilizada a sala de informática.

O professor deverá solicitar aos alunos para acessar o site endereço eletrônico, www.mc.unicamp.br/atividades/nano_aventura/, *clique em jogos online*

A professora fixará um tempo para os alunos jogarem e após questionara os mesmos, quanto ao seu desempenho no jogo, fazendo com que o aluno argumente qual foi a sua dificuldade para encontrar as respostas corretas.

2.2) Visitas monitoradas:

Essa atividade será utilizada para o aluno ter um maior contato visual com o que esta sendo criado através da nanotecnologia.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Curso Farmácia.

Telefone: (051) 3308-5234

Endereço: Avenida Ipiranga, 2752 - Campus Saúde, Porto Alegre

Contato: Coordenador do laboratório de cosmetologia

Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, Curso de engenharia.

Telefone: (51)3320-3653

Endereço: Av. Ipiranga, 6681 - Partenon - Porto Alegre/RS

Contato: Coordenador do laboratório de Materiais.

Essas atividades serão realizadas em momento diferenciado da aula, seus resultados serão apresentados e discutidos em sala de aula.

Podendo ser solicitado uma produção textual sobre a importância da nanotecnologia na farmácia e na engenharia.

2.3) Vídeos em sala de aula :

Documentário de divulgação científica da Discovery Channel (versão em português) sobre nanotecnologia, com o título *Viagem Fantástica - Pelo Corpo Humano em Busca da Cura*, com duração de 50min. Este documentário aborda aspectos relacionados à nanomedicina.

Entrevista: <http://video.globo.com/Videos/Player/Noticias/0,,GIM939973-7823-OS+MISTERIOS+DA+NANOTECNOLOGIA,00.html>, com duração de 23min.

O professor orientará aos alunos a terem atenção sobre as aplicações da nanotecnologia, ao assistirem os filmes.

Após, será realizado um seminário, onde alunos serão divididos em grupo para apresentar sobre aplicações e usos de nanotecnologia nas diferentes áreas. Cada grupo se responsabilizará por uma área de atuação.

Avaliação

As avaliações serão feitas através de relatórios, trabalhos.