

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DAYANE ARAUJO BEZERRA

UTILIZANDO QUADRINHOS COMO MOTIVAÇÃO PARA A INTRODUÇÃO DA  
NANOTECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA ATRAVÉS DA CONSTRUÇÃO DE  
UMA ESCALA DECIMAL

CAMPINA GRANDE – PB

2014

DAYANE ARAUJO BEZERRA

UTILIZANDO QUADRINHOS COMO MOTIVAÇÃO PARA A INTRODUÇÃO DA  
NANOTECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA ATRAVÉS DA CONSTRUÇÃO DE  
UMA ESCALA DECIMAL

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Física  
do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade  
Estadual da Paraíba, como requisito parcial para obtenção  
do título Licenciado em Física.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Maria Amélia Monteiro, Dr<sup>a</sup>

CAMPINA GRANDE – PB

2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

B574u Bezerra, Dayane Araujo.

Utilizando quadrinhos como motivação para a introdução na nanotecnologia na Educação Básica através da construção de uma escala decimal [manuscrito] / Dayane Araujo Bezerra. - 2014.

43 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014.

"Orientação: Profa. Dra. Maria Amélia Monteiro, Departamento de Física".

1. Nanotecnologia. 2. Educação científica. 3. CTS. 4. História em quadrinhos. I. Título.

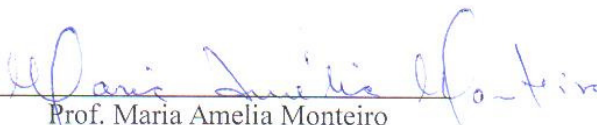
21. ed. CDD 620.5

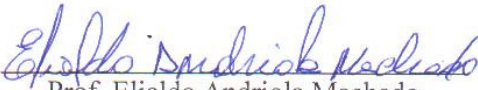
DAYANE ARAUJO BEZERRA


**UTILIZANDO QUADRINHOS COMO MOTIVAÇÃO PARA A INTRODUÇÃO  
DA NANOTECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA ATRAVÉS DA  
CONSTRUÇÃO DE UMA ESCALA DECIMAL**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Física do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do título de licenciado em Física.

Aprovada em 18/07/2014.

  
Prof. Maria Amelia Monteiro  
Orientadora

  
Prof. Elialdo Andriola Machado  
Examinador

  
Prof. Marcos Antonio Barros  
Examinador

## Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço a Deus por ter me dado força todos os dias para que mais essa etapa de minha vida fosse vencida.

A professora Maria Amélia pelas sugestões e orientações que foram de fundamental importância.

Aos examinadores da banca Marcos Barros e Elialdo, por suas opiniões para que se produzisse um trabalho ainda melhor

Ao meu marido pela força, ajuda e compreensão nos momentos ausentes.

Ao meu filho, pois mesmo com sua ingenuidade me dar força para que a cada dia eu levante com a vontade de conquistar novos ideais e realizar sonhos.

Aos meus pais Eudorico e Maria do Socorro pelos ensinamentos de vida e familiares pelo apoio e confiança que sempre depositaram em mim.

Por fim, aos colegas de classe e professores pelos momentos de aprendizado, amizade, alegria que vivemos juntos.

## RESUMO

O presente trabalho busca introduzir na educação básica a nanociência e nanotecnologia de forma a utilizar escalas nanométricas para um maior entendimento do aluno. Será discutida a Educação Científica e Tecnológica, que envolve a nanotecnologia como também um pouco da Física Moderna e Contemporânea, onde evidencia a importância da mesma no ensino básico. Para o desenvolvimento desse projeto utilizamos o referencial Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), na perspectiva de engajar a Educação Científica e Tecnológica no ensino básico, já que a nanotecnologia traz aspectos tecnológicos e científicos. Apesar do intenso desenvolvimento da Nanotecnologia, há poucas evidências da introdução da mesma na educação básica. Então esse trabalho vem de alguma forma para mostrar a importância da Nanotecnologia na educação básica, no sentido de contribuir com um entendimento crítico sobre a temática, utilizada em várias áreas do conhecimento e com várias implicações decorrentes. Nesse trabalho objetivamos propiciar condições para os estudantes compreenderem a relação entre as dimensões metro, centímetro, milímetro etc, através da notação decimal; identificar e discutir alguns benefícios e malefícios que a nanotecnologia poderá propiciar e apresentar os produtos que contém estrutura nano.

**Palavras-chave:** Nanociência e Nanotecnologia; Escala nanométrica; Educação Científica e Tecnológica; História em Quadrinhos.

## **ABSTRACT**

This study aims to introduce the basic education nanoscience and nanotechnology in order to use nanometer scales to a greater understanding of the student. Scientific and Technological Education, involving nanotechnology as well as some of the Modern and Contemporary Physics, which highlights its importance in basic education will be discussed. For the development of this project we use the referential Movement Science, Technology and Society (STS), the prospect of engaging Scientific and Technological Education in primary education, since nanotechnology brings technological and scientific aspects. Despite the intense development of nanotechnology, there is little evidence of the introduction of the same in basic education. So this work is in some way to show the importance of Nanotechnology in basic education in order to contribute to a critical understanding of the topic, used in various fields of knowledge and various implications. In this work we aim to provide conditions for students to understand the relationship between the dimensions meter, centimeter, millimeter etc, by decimal notation; identify and discuss some benefits and harms that nanotechnology can provide and present the products containing nano structure.

Keywords: Nanoscience and Nanotechnology; Nanoscale; Scientific and Technical Education; Comic.

**Lista de figuras**

Figura 1.....15  
Figura 2.....16  
Figura 3.....18  
Figura 4.....18  
Figura 5.....21  
Figura 6.....21  
Figura 7.....22  
Figura 8.....35  
Figura 9.....37



## Sumário

1. Apresentação.....	9
2. Introdução.....	11
3. Definindo a Nanociência e a Nanotecnologia.....	16
4. Aplicações Contemporâneas da Nanotecnologia: Possibilidades e riscos.....	19
5. O movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade e a Educação Científica e Tecnológica.....	23
6. Quadrinhos e tirinhas no Ensino de Ciências.....	29
7. Percurso Metodológico.....	31
8. A importância da Construção e utilização da escala.....	33
9. Explorando a escala.....	35
10. Relacionando a escala com objetos nanométricos.....	37
11. Conversando sobre nano.....	38
12. Considerações finais.....	39

---

## 1. APRESENTAÇÃO

Através da presente proposta, tencionamos despertar estudantes da educação básica para um entendimento sobre a Nanociência e da Nanotecnologia, através do uso comparativo de uma escala métrica, mediada pela história em quadrinhos.

Para a idealização da proposta, como também para a sua fundamentação, procedemos com uma revisão da literatura, notadamente nos periódicos de educação científica e divulgação científica sobre a temática, no sentido de entendermos o atual estado da temática na educação científica.

A revisão anteriormente mencionada contemplou os seguintes periódicos: Revista Brasileira de Farmácia; Revista Química Nova; Scientific American Brasil; Revista Mundo Nano; I Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia - 2009; Revista Ciência e Ensino; Revista Ciência e Educação; XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX 2013 UFRPE Recife; 33<sup>o</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química; Revista Química Nova na Escola; Revista Momento; Revista Química e Sociedade; Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional; Revista Sociologias; VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC 2009; Jornal de Ciências Cognitivas; Revista Física na Escola; XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física - 2012; Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias; XVIII Simpósio Nacional do Ensino de Física – SNEF 2009; XI Congresso Nacional de Educação – EDUCERE 2013; XV Encontro Nacional do Ensino de Química – ENEQ 2010.

Constatamos que uma das dificuldades para a introdução da Nanociência e da Nanotecnologia na educação básica refere-se à própria dificuldade de compreensão da terminologia nanotecnologia. Assim, optamos em propor uma inserção introdutória da mesma no contexto da educação básica explorando a terminologia, sobretudo focando em uma escala decimal, iniciada nas dimensões macro e tenta-se conduzir a extrapolação para as dimensões nano.

Na perspectiva anterior, a proposta poderá ser implementada em qualquer momento das aulas da educação básica, principalmente, nas abordagens que envolvam medidas de comprimento, presente em várias grandezas físicas e químicas.

No sentido de ir além da compreensão da escala e associá-la à educação científica e tecnológica (ECT) dos estudantes da educação básica, propomos uma

abordagem de algumas possibilidades, dúvidas e incertezas que permeia a Nanociência e a Nanotecnologia.

## 2. INTRODUÇÃO

Na atualidade, várias pesquisas têm sido desenvolvidas em torno da Nanociência e da Nanotecnologia. Como consequência, tem sido crescente as aplicações de nanoestruturas em produtos comercializados, cujas aplicabilidades vêm ganhando cada vez mais espaço, aumentando assim a possibilidade de inovações e utilização desta tecnologia.

As aplicações das nanoestruturas em áreas como a informática, microeletrônica, comunicações, logística militar, saúde humana e animal e meio ambiente geram inovação no que diz respeito ao campo da Nanociência e da Nanotecnologia (HAYASHI et al 2006).

Tomando como base os avanços em Nanotecnologia, as patentes têm grande influência nesses avanços, no Chile, 100% das patentes estão associados a diversas universidades, sendo que desse total 60% são destinadas exclusivamente a localidade chilena. As principais áreas de investigação nessa região são ciências de materiais, farmacêutica e cosmética (PASTRANA et al 2012).

No cenário brasileiro, a Nanotecnologia tem produzido resultados em várias áreas, mas os de vanguarda estão nas áreas farmacêuticas e de interface com abiotecnologia. Dentre eles podemos citar os nanocarregadores, usados em cosméticos e associados a medicamentos, como alguns quimioterápicos antitumorais (ZANETTI-RAMOS e CRECZYNSKI-PASA, 2008).

O uso dos nanomateriais (nanopartículas, bio-nanomateriais e polímeros) para a liberação de fármacos, certamente, terá grande impacto na indústria médica e farmacêutica. E no setor de cosméticos, muitas pesquisas e desenvolvimentos relacionados à aplicação de nanomateriais estão sendo realizados. Desses principais nanomateriais utilizados em cosméticos destacam-se as nanopartículas hidrofóbicas de sílica, nanopartículas lipídicas e nanopartículas de prata (ZANETTI-RAMOS e CRECZYNSKI-PASA, 2008).

O conjunto de ações do programa de Nanotecnologia busca contribuir na geração de produtos e processos nanotecnológicos, desenvolvendo ações de forma cooperativa entre as várias unidades de pesquisa como empresas públicas ou privadas, grupos de pesquisa atuantes na área e parcerias entre universidades e empresas relacionadas às áreas de agronegócio; setor de energia; pigmentos e tintas;

saneamento básico e recursos hídricos; siderurgia; vidros e cerâmicos; setor químico e petroquímico; setor têxtil; cosméticos e setor de saúde (humana e animal) (ZANETTI-RAMOS e CRECZYNSKI-PASA, 2008).

Como evidência do crescimento das aplicações da nanotecnologia, podemos destacar o crescimento quantitativo das patentes, onde são desenvolvidas as aplicações dos trabalhos que ainda estão sob investigação. Vários países têm submetido patentes aos órgãos competentes, como é o caso da Argentina, Brasil, Colômbia, Chile e México. Dessas, cerca de 100.000 patentes em nanotecnologia que existe no mundo, unicamente 333 se encontram na região latino-americana (PASTRANA et al, 2012).

Cerca de 90% das 333 patentes apresentadas anteriormente estão em escritórios do Brasil e México, evidenciando uma tardança referente ao desenvolvimento global e ainda 80% das patentes existentes mundialmente são realizadas por estrangeiros.

As patentes são resultados de trabalhos desenvolvidos por centros de investigação, universidades e empresas. Em países como Colômbia e Chile os trabalhos que geram as patentes são desenvolvidos nas universidades. Já no Brasil e México se desenvolvem em indústrias e na Argentina, há um desenvolvimento misto entre indústrias e universidades. Constata-se a interação entre universidades e indústrias de diversos países como é o caso do México, o setor petrolífero juntamente com universidades norteamericana representam cerca de 30% das patentes, (PASTRANA et al 2012).

Outra evidência em torno da prioridade em relação ao crescimento da Nanociência e da Nanotecnologia têm sido os vultuosos investimentos financeiros dispensado por diversos países para o desenvolvimento da área. Três países da América Latina superam os demais em relação aos investimentos em Nanociência e Nanotecnologia. São eles, o Brasil, o México e a Argentina. Por exemplo, foi constatado que, entre os anos de 2000 e 2007, o Brasil produziu 5254 publicações científicas em Nanotecnologia e Nanociência, seguido do México com 2261 e da Argentina, com um total de 1376 publicações. Com relação às patentes, entre os anos de 2000 e 2006, o Brasil registrou a maioria da América Latina, com 89 registros, o México com 28 e Argentina com 12 registros (FOLADORI et al 2012).

Tanto países da Europa como da América do Norte, da Ásia e América Latina têm elaborado planos nacionais com a finalidade de desenvolver amplamente as áreas de Nanociência e da Nanotecnologia. Em países considerados desenvolvidos como Estados Unidos, Japão, Alemanha e França são investidos recursos financeiros elevadíssimos para desenvolver pesquisa na área, especialmente para as tecnologias da informação e dos novos materiais (HAYASHI et al 2006).

No Brasil, as pesquisas relacionadas à Nanociência e Nanotecnologia são apoiadas pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) juntamente com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), desde a década de 1990 (HAYASHI et al 2006).

Um relatório sobre investimentos, resultados e demandas brasileiras em Nanotecnologia entre os anos de 2002 e 2005 foi elaborado pelo MCT. Constataram que as redes de Nanotecnologia fomentadas pelo governo envolveram 300 pesquisadores, 77 instituições de ensino e pesquisa, 13 empresas, além da publicação de mais de 1000 artigos científicos e do depósito de mais de 90 patentes (HAYASHI et al 2006).

O Banco Mundial (BM) classifica os países segundo a porcentagem de produtos exportados de alta tecnologia. E esses produtos são considerados como os que incorporam um componente intensivo de investigação e desenvolvimento, que inclui computadores, produtos farmacêuticos, equipamentos industriais e produtos da indústria aeroespacial, entre outros. Em 2004 várias exportações foram feitas por alguns países com produtos de alta tecnologia, como por exemplo, 34% na Irlanda, Coreia do Sul com 33% de exportação, Estados Unidos apresentou um índice de 32%, México com 21 %, Brasil com 12 %, mas América Latina e Chile exportaram apenas 5% desses produtos (FOLADORI et al 2012).

Em 2004, um programa de desenvolvimento da Nanociência e Nanotecnologia se incorporou ao plano plurianual do MCT brasileiro. Esse programa recomendou ações para construir e apoiar laboratórios e redes de investigação. E com isso, novos laboratórios foram reequipados e outros novos foram criados. Como consequência, em agosto de 2011, o MCT brasileiro teve seu nome modificado para Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) (FOLADORI et al 2012).

Atualmente existem vários produtos com propriedades nanoestruturas e algumas já disponíveis no mercado, conforme abordaremos na quarta seção.

Também ganha destaque as nanopartículas magnéticas que são usadas para viabilizar a contenção de derrames de óleo no mar. Grande destaque no Brasil é encontrado os fenômenos de magnetotransporte gigante em sistemas nanoscópios que trabalha com a eletrônica de spin (KNOBEL e GOYA, 2004).

Na indústria cosmética como já mencionado, não é diferente. Há vários investimentos para o desenvolvimento desses produtos nanoestruturados ainda recentes. Nos mesmos há a presença de nanopartículas como é o caso de creme de pele com penetração profunda da L'Oréal, o Bionova 'personalizedskincare', adesivo dental da 3M (nanohidroxiapatite) e creme para dores musculares nas articulações da Flex Power (com lipossomas de 90nm). Esses produtos já se encontram disponíveis no mercado para comercialização (OLIVEIRA, 2011).

Outros produtos de diversas áreas estão em desenvolvimento, como em aplicações médicas onde se destacam os revestimentos biomiméticos que melhoram a biocompatibilidade e bioatividade de implantes e nanopartículas com liberação controlada para provocar apoptose celular apenas às células cancerígenas (OLIVEIRA, 2011).

Outra área bastante desenvolvida é a nanobiotecnologia que envolve aspectos da combinação de pesquisas nas áreas de "nanotecnologia" e "biomedicina" o que resultou na "nanobiotecnologia" que envolve áreas como a genômica, robótica, descoberta de novas drogas que possibilitarão o tratamento de doenças e processos químicos (DURÁN E AZEVEDO, 2012).

E na área de tecnologia de informação estão a ser desenvolvidos dispositivos de armazenamento de dados com densidades de gravação elevadas (~1 terabite/inch<sup>2</sup>) e novas tecnologias flexíveis para monitores (OLIVEIRA, 2011).

Abaixo um esquema de algumas áreas que utilizam a Nanociência e a Nanotecnologia.

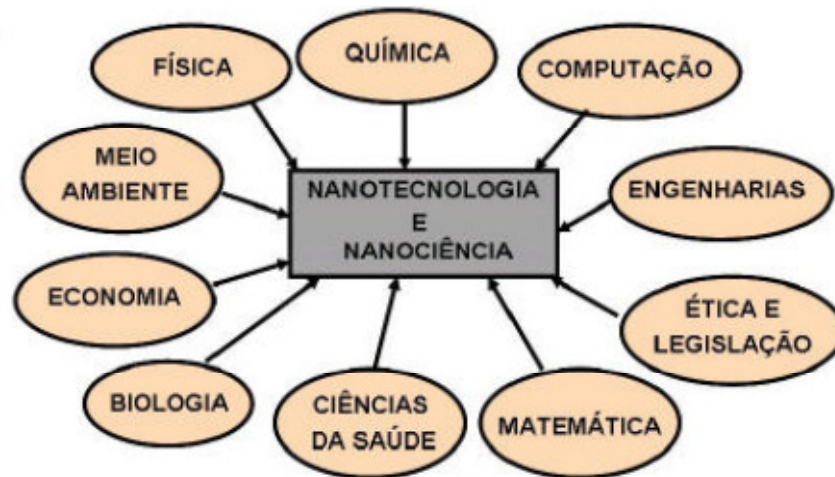


Figura 1: Áreas onde a nanociência e nanotecnologia predominam. ZANELLA, I. et al. Abordagens em nanociência e nanotecnologia para o ensino médio. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2009.**

Conforme demonstrado pela figura anterior, a Nanotecnologia e a Nanociência encontra-se presente em várias áreas. Logo, o estudo deste campo demanda um conhecimento das suas possibilidades e limitações.

Apesar do intenso desenvolvimento da Nanotecnologia, há poucas evidências da introdução da mesma na educação básica. Alguns trabalhos foram desenvolvidos, mas o que se observa é que realmente não há implementação da nanotecnologia nos currículos na educação básica e são poucos os livros didáticos que abordam o tema.

Então esse trabalho vem de alguma forma para mostrar a importância da Nanotecnologia na educação básica, no sentido de contribuir com um entendimento crítico sobre a temática, utilizada em várias áreas do conhecimento e com várias implicações decorrentes.



### 3. DEFININDO A NANOCIÊNCIA E A NANOTECNOLOGIA

Para tentarmos evidenciar o significado de uma grandeza tão mínima, talvez seja necessário entendermos a etimologia da palavra. Partindo da definição de nano, Duran e Azevedo (2012) explicitam:

*Nano* é um prefixo grego que significa "anão". Um nanômetro é igual a 1 milionésimo de milímetro ou 1 bilionésimo de metro. Para termos uma idéia de que escala de comprimento estamos falando, um fio de cabelo possui o diâmetro de 100.000 nm!! Átomos são cerca de 1/10.000 do tamanho de uma bactéria e bactérias são 1/10.000 do tamanho dos mosquitos (paginação eletrônica, 2012).

Para termos uma noção do quão pequenino é a denominação nano, abaixo uma comparação de duas figuras, onde a formiga representa um nanômetro e o planeta o metro.



Figura 2: Para uma partícula ser nano seu diâmetro deve está entre 1 e 100 nanômetros, daí a comparação entre uma formiga representando o nanômetro e o planeta o metro. ARAÚJO, W. W. R. e PROF.º Dr. SALVADORI, M. C. **Universidade de São Paulo –Instituto de física**. Outubro 2013.

A ciência e a tecnologia vivenciam uma relevante e considerável revolução com o desenvolvimento de materiais e dispositivos em escala nanométrica ou nanoescala e a tecnologia moderna caminha decisivamente para uma escala nanométrica, como a miniaturização de dispositivos eletrônicos ou por meio de montagens a partir de átomos e moléculas(PEREIRA; HONÓRIO eSANNOMIYA, 2010).

Na concepção deSchulz (2005):

Nanociência e nanotecnologia são, portanto, ciência e tecnologia que acontecem ou são feitas nessa escala de comprimento, mas de maneira controlável e reprodutível, envolvendo fenômenos que muitas vezes não ocorrem em outras escalas de tamanho (p. 58).

Para um mundo tão grande ao qual vivemos, temos ao seu redor acontecimentos e fenômenos minúsculos, ou podemos dizer, nano.Muitos não sabem,

mas, a nanometria é uma medida de escala extremamente pequena, para se ter uma ideia, nano é algo menor que micro. O tamanho micro pode ser observado com o auxílio do microscópio, já no caso do nano, esse tipo de aparelho, mesmo tendo um bom alcance óptico, ainda não torna essa visualização possível.

Para termos uma ideia do que representa um nanômetro Oliveira (2011) traz a seguinte definição: Um nanômetro equivale a bilionésima parte do metro, como exemplo, um fio de cabelo tem de espessura 100.000 nanômetros. Segundo (Toma e Araki), 2005:

Nano significa “anão” em grego, é o prefixo usado na notação científica para expressar um bilionésimo ( $10^{-9}$ ). Um nanômetro (nm), por exemplo, equivale a  $10^{-9}$  m, ou seja, um bilionésimo do metro. Nessa escala de tamanho, um minúsculo vírus, invisível a olho nu, se apresenta como uma incrível entidade com cerca de 200 nm (p. 25).

O termo acima esclarece o significado nano, já que para tantos é bastante complicado entender essa grandeza.

A Nanotecnologia trabalha com moléculas e átomos, já que manipula a matéria em escala nanométrica, mas em que a Física Moderna e contemporânea (FMC) foi importante para isso? Valadares, Chaves e Alves (apud Leonel e Souza, 2009) expressam uma premissa importante sobre esse fato. A Nanociência e a Nanotecnologia se tornaram possíveis graças a Física Moderna e Contemporânea, especificamente a dois avanços que foram decisivos. O primeiro deles está associado à invenção de instrumentos de visualização e manipulação da matéria (os chamados microscópios de varredura por sonda – SPM na sigla inglesa).

O outro fator foi o desenvolvimento de equipamentos capazes de produzir filmes sólidos com controle de espessura em escala atômica. Tem-se outro tipo de microscópio que possibilitou a implementação nano, como os microscópios de tunelamento foi criado para se obter imagens de átomos em uma superfície.

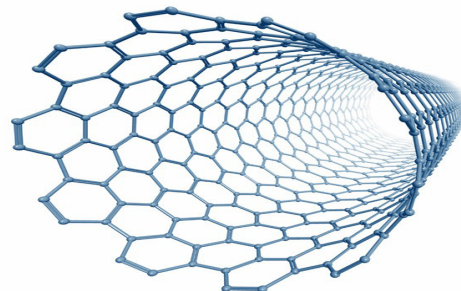
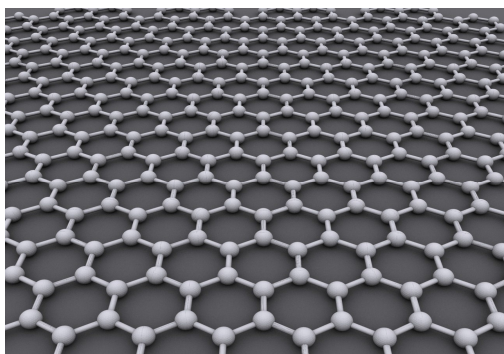


Figura 3: Nanotubos de carbono são tubos ocios de carbono puro, com cerca de 50.000 vezes mais fino que um fio de cabelo humano, mas são mais fortes do que aço. ARAÚJO, W. W. R. e PROF.º Dr. SALVADORI, M. C. **Universidade de São Paulo – Instituto de física.** Outubro 2013.

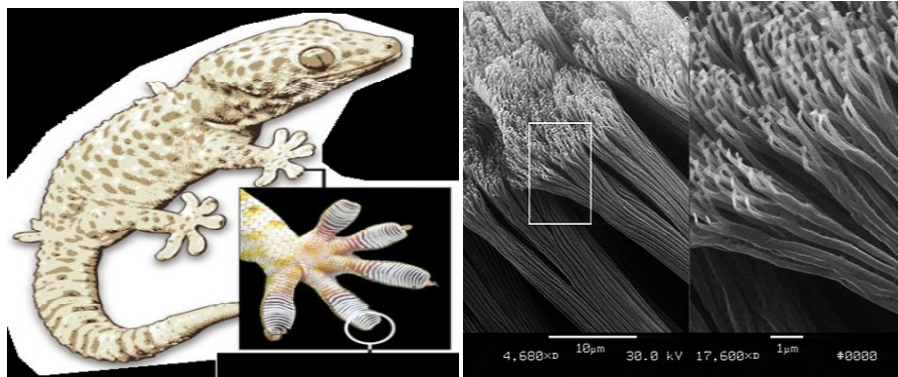


Figura 4: Imagem mostrando as estruturas em nanotubo da patinha da lagartixa. ARAÚJO, W. W. R. e PROF.º Dr. SALVADORI, M. C. **Universidade de São Paulo – Instituto de física.** Outubro 2013.

A Nanotecnologia é um tema que pode ser chamado de recente, já que o instrumento e técnica mencionados fazem parte da Física Moderna e Contemporânea. A Nanociência foi reconhecida pelo físico estadunidense Richard Feynman (1918-1988), em uma palestra intitulada como “Há muito mais espaço lá embaixo”, proferida em 1959, onde esse acontecimento é considerado ainda recente em comparação com muitas áreas de descobrimento da ciência e essa descoberta foi de grande importância para a área tecnológica (TOMA e ARAKI, 2005).

#### **4. APLICAÇÕES CONTEMPORÂNEAS DA NANOTECNOLOGIA: POSSIBILIDADES E RISCOS**

Muitas vezes surgem questionamentos a respeito da Nanociência e da Nanotecnologia tais como aqueles referentes à sua utilização, a necessidade de desenvolver mais estudos a esse respeito e conseqüentemente, a divulgação da mesma.

Tutor-Sánchez e Takeuchi (2013) apresentam três tipos de razões para o uso da Nanotecnologia, diferenciadas por razões científicas e tecnológicas, razões comerciais e empresariais e razões sociais. Essas respondem as perguntas expressas anteriormente.

Na primeira razão, a Nanociência é o estudo quântico da matéria na qual se comportam de forma diferente ao comportamento clássico nas escalas macro e micro, ou seja, apresentam as maiores e menores características para as aplicações das estruturas. E com a criação de estruturas na escala nanométrica é possível se ter produtos e tecnologia de alta qualidade.

Na segunda razão, estão às aplicações em vários tipos de produtos comercializados na atualidade. Existem mais de 1.300 produtos e serviços que se comercializa no mercado, cuja base é a Nanotecnologia. Entre eles se encontram aparatos eletrodomésticos, têxtil, embalagens como exemplo plásticos filmes para uso culinário, produtos cosméticos que podemos citar cremes de beleza, medicamentos e fármacos, entre outros.

Na última razão se apresentam a relação entre avanços tecnológicos que pode causar impactos ambientais, que será discutido brevemente.

Os avanços tecnológicos podem causar também alterações do poder político, militar e outros impactos socioculturais, na hipótese de surgir um “mercado negro” de nanotecnologia devido à dificuldade de controle sobre a produção, comercialização e distribuição global de “nanoprodutos”. Nessa perspectiva pode gerar, inclusive, ameaças em razão da possibilidade do uso militar da nanotecnologia por exércitos ou por grupos armados não-estatais (BERGER FILHO e VIEIRA, 2012).

Também podemos falar em uso de produtos tecnológicos que já se encontram disponíveis no mercado para consumidores. Oliveira (2011) exemplifica com os discos rígidos da maior parte dos computadores

que contém *giantstunnelingmagnetoresistanceheads*. Esses são dispositivos onde através de camadas finas de material magnético aumentam significativamente a capacidade de armazenamento dos computadores.

Faria et al, (2013) em um trabalho, defende o uso da nanotecnologia para benefício do meio ambiente, na prevenção da poluição. A nanotecnologia contribui no uso de nanomateriais catalíticos, que aumentam a eficiência e a seletividade de processos industriais, que assim promove aproveitamento de matérias primas, reduzindo o desperdício de energia e menor produção de resíduos indesejáveis.

A preservação do meio ambiente também pode ser obtida por meio da utilização de nanopartículas, que têm uma porcentagem consideravelmente mais alta de átomos em sua superfície quando comparadas com partículas maiores, o que pode torná-las mais reativas.

Em contra partida, apesar do otimismo em torno das aplicações das nanoestruturas, pesquisas evidenciam impactos negativos da mesma. Quina (2004) destaca que os impactos ambientais ainda são desconhecidos.

Não há nada que comprove que a nanotecnologia traz malefícios ao meio ambiente, o que temos são suposições, pois como sabemos a pequenez da nanopartícula pode facilitar a difusão e transporte da atmosfera em águas e solos e dificultar a remoção de filtração por técnicas usuais e também pode facilitar a entrada de acúmulo de nanopartículas em células vivas (BERGER FILHO e VIEIRA, 2012).

Já na concepção de Rebello et al (2012) a todo o momento, nanopartículas de poluentes são jogadas ao meio ambiente e muitas vezes nem nos damos conta e isso pode ocasionar efeitos como a nanopoluição. Propriedades que tornam a matéria nanoparticulada podem causar riscos se acumuladas no ambiente e nos organismos vivos. Descargas de veículos, fumaças de cigarro, emissões industriais na atmosfera ou para outro tipo de desenvolvimento necessário que ressalta em danos como nanotubos de carbono, nanofios, nanofibras. Com o aumento desses no ambiente pode levar a efeitos denominados de nanopoluição, que podem ocasionar riscos e afetar a saúde dos humanos.

Na indústria de cosméticos, nanomateriais são empregados no desenvolvimento de produtos, tais como: creme dental, protetor solar, perfumes, géis, xampus, loções, entre outros e na área farmacêutica mais precisamente se tratando da

encapsulação de fármacos vários produtos contendo nanomateriais encontram-se disponíveis no mercado. Como exemplos de produtos comercialmente disponíveis destacam-se as Lipossomas (Doxil, Daunosome); Microemulsões (Ciclosporina); Nanopartículas de albumina (Abraxane); Nanopartículas de prata (limpeza de ferida, antibacteriano); Microestrutura para composição do osso humano (NanOss); Nanopartículas para restauração dentária (3M Espe Filtek) (ZANETTI-RAMOS e CRECZYNSKI-PASA, 2008).



Figura 5: Cosméticos que contém substâncias nano que aceleram sua eficácia. PROF.º Dr. GUILHERME, B. L. S. Aspectos de segurança ocupacional e nanotecnologia. **Seminanossomo** (Seminário de Nanotecnologia Sociedade e Meio Ambiente). 14 a 18 de outubro de 2013.



Figura 6: Selador de cutícula com rilho imediato. HTTP: [www.kaedo.com.br](http://www.kaedo.com.br)

Na área farmacêutica, há duas vertentes de grande desenvolvimento usando a Nanociência e da Nanotecnologia. Uma é a encapsulação de fármacos e a outra, o desenvolvimento de nanocosméticos. A nanotecnologia já começou a mudar a escala e os métodos de liberação de fármacos. Através dela, podem ser desenvolvidas novas formulações e novas rotas para a liberação de fármacos, podendo ter seu potencial

terapêutico elevado, por serem liberados em locais inacessíveis ao corpo (ZANETTI-RAMOS e CRECZYNSKI-PASA, 2008).

Na indústria farmacêutica podemos citar uma das grandes descobertas que promete revolucionar a medicina no tratamento do câncer. Medicamentos com nanopartículas de drogas irão auxiliar no tratamento da doença, fazendo com que células que estejam em perfeito estado não sejam danificadas que é o que acontece no tratamento convencional (KNOBEL e GOYA, 2004).

A nano adquire novas aplicações, porém, os riscos são bastante questionados pelo desconhecimento de estudos sobre o mesmo, como alguns produtos que contenham nanopartículas de substâncias perigosas podem ser prejudiciais à saúde. Como afirma Oliveira (2011), em um estudo realizado com 7 jovens de idades entre 17 e 47 anos, foi comprovado que após ficarem expostos a nanopartículas num período de 5 a 13 meses apresentaram problemas de respiração e após alguns exames foi encontrado resíduos de nanopartículas de poliacrilato no citoplasma, as mesmas utilizadas no local do trabalho.

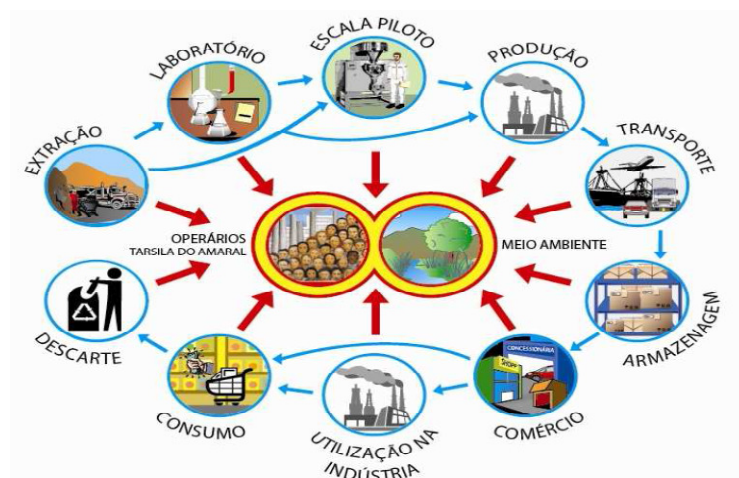


Figura 7: A vasta utilização da nanotecnologia. ARLNE, S. A. A. Mesa Redonda: Nanotecnologia e Saúde. Seminários (Seminário de Nanotecnologia Sociedade e Meio Ambiente). 17 de outubro de 2013.

A figura acima nos mostra as variadas áreas que a nanotecnologia está inserida.

## **5. O MOVIMENTO CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE EA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

Como subsídio para a proposta que é introduzir a nanotecnologia na educação básica através de escalas nanométricas, buscamos referenciais que evidenciem o tema de forma explícita e com a importância que é necessária para que os objetivos sejam alcançados na perspectiva de engajar a educação científica e tecnológica no ensino básico, já que a nanotecnologia traz aspectos tecnológicos e científicos. Por meio da ciência, tecnologia e sociedade (CTS), buscamos apresentar aspectos científicos e tecnológicos onde de certa forma a educação é envolvida.

O movimento CTS foi iniciado por volta dos anos 1970. Seu início é marcado pela insatisfação de parte da comunidade acadêmica com a concepção tradicional da ciência e tecnologia, e com as consequências desta concepção para a sociedade (CHRISPINO et al 2013). Esse pensamento foi modificado por apresentar recursos bem satisfatórios se tratando da sociedade e em problemas que relacionam a ciência e tecnologia.

Por volta de 1980, o ensino de ciências no Brasil foi ganhando um maior enfoque em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico (VAZ, 2009). O movimento surgiu porque parte da população começou a questionar o modelo de sociedade exemplificada pelos países capitalistas centrais (AULER e BAZZO, 2001).

Para Santos e Mortimer (2001) o movimento CTS surgiu em contraposição ao pressuposto positivista, que valorizava a ciência por si mesmo na qual a ciência era vista como uma atividade neutra, de domínio exclusivo de um grupo de especialistas, que trabalhava desinteressadamente e com autonomia na busca de um conhecimento universal.

A CTS apresenta grande importância na educação científica e tecnológica, de modo que, associada ao ensino, tem a tarefa de formar cidadãos, de forma que estes se sintam preparados para enfrentar e solucionar problemas de forma independente e na tomada de decisões (SANTOS; RICARDO e AULER, 2007).

Nesse aspecto, os alunos irão à busca de soluções para problemas que porventura venham a encontrar. Assim, acreditamos que por meio dessa abordagem, esses abandonarão o comodismo gerado pelo fácil acesso às respostas prontas,



respostas essas que julgamos responsáveis pela falta de interesse e que culminam no baixo rendimento na vida escolar de alguns alunos.

Com uma educação CTS os alunos podem se sentir mais interessados à relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais (AULER, 2007). E assim, envolver-se na sociedade exercendo um papel de cidadão onde opinem em meio a questionamentos de todos os tipos sem se sentirem presos por vivenciarem uma educação estagnada e sem desenvolvimento.

Pinheiro et al, (2007) ressalta que a partir de 1980 a Educação Tecnológica encaminha-se para o enfoque CTS, que vem sendo muito difundido, principalmente no ensino de ciências, e destaca também que o enfoque CTS que venha a ser inserido nos currículos é apenas um despertar inicial no aluno, com o intuito de que ele possa vir a assumir uma postura questionadora e crítica num futuro próximo.

O movimento CTS procura abandonar posturas arcaicas que tratam o ensino como algo completamente desvinculado dos problemas sociais, na tentativa de colocar o ensino de ciências numa perspectiva diferenciada, assim adotando uma abordagem que se identifica muito com a idéia de educação científica (TEIXEIRA, 2003). A educação tem uma importância imensa no ensino e a preparação dos jovens para a vida escolar e extra-escolar no que envolve a vida desses para um futuro melhor.

Para Linsingen (2007) a CTS na educação desenvolve-se de duas maneiras, onde:

A primeira é proporcionar uma formação humanística básica a estudantes de engenharia e ciências naturais, onde o objetivo é desenvolver nos estudantes uma sensibilidade crítica acerca dos impactos sociais e ambientais derivados das novas tecnologias ou a implantação das já conhecidas, formando por sua vez uma imagem mais realista da natureza social da ciência e da tecnologia, assim como do papel político dos especialistas na sociedade contemporânea (p. 08).

E o segundo é oferecer um conhecimento básico e contextualizado sobre ciência e tecnologia aos estudantes de humanidades e ciências sociais, na qual o objetivo segue em proporcionar a esses estudantes, futuros juízes e advogados, economistas e educadores, uma opinião crítica e informada sobre políticas científica e tecnológica que os afetarão como profissionais e como cidadãos. Assim, essa educação deve capacitá-los para participar de forma frutífera em controvérsias públicas ou em discussões institucionais sobre tais políticas (p. 08).

Conforme mencionado acima, além de uma formação humanística, a educação CTS possibilita que o conhecimento seja contextualizado, ou seja, que os estudantes de outras áreas também possam conhecer sobre a ciência e tecnologia. Assim, a

educaçãoCTS busca fechar essa barreira apresentada nessas diferentes áreas apresentadas acima.

Uma das formas de discutirmos a educação científica e tecnológica é falarmos também sobre a perspectiva CTS, já que são idéias que buscam um mesmo questionamento no meio ao qual se inserem, ou seja, a CTS é algo que contribui para a melhoria da educação científica e tecnológica, buscando alternativas para a melhoria da mesma, de maneira que os alunos desenvolvam e se relacionem com todas as áreas.

O ensino CTS não ignora a função do currículo tradicional que é o de preparar alunos para novas etapas da educação, onde esse “ensina respostas certas”, apenas dá menos ênfase a esse fator e privilegia a formação de futuros cientistas, como cidadãos intelectualmente capazes de tomar decisões referentes à sua comunidade, ou seja, o ensino CTS tem como um dos objetivos reverter à visão negativa que se tem das ciências, com o intuito de instigar alunos pelos assuntos científicos (ROEHRIG e CAMARGO 2012).

Devido à grande presença da tecnologia em vários setores da sociedade, a educação científica e tecnológica crítica têm sido defendida como uma condição de autonomia. Graças ao avanço da educação científica e tecnológica, podemos notar diferenças positivas quanto ao método da educação no ensino de ciências, deixando de certa forma o tradicionalismo de lado. E essas mudanças vêm ocorrendo com o intuito de que a área de Ciências assuma a formação de um cidadão crítico e autônomo (BISPO FILHO et al 2013).

A educação científica e tecnológica cria aspectos relevantes em função de tornar pessoas críticas e levantadores de opinião. Consideramos que o desenvolvimento de atitudes de tomada de decisão passa por criar espaços para debates sobre implicações sociais da Ciência e da Tecnologia, no ambiente escolar. Acreditamos que na medida em que a escola proporcione esse tipo de discussão, ampliamos as possibilidades de que os estudantes, no exercício de sua cidadania possam, ao longo de suas vidas, reivindicar e participar de espaços de controle social da produção e usos do conhecimento científico e tecnológico (MOREIRA et al 2012).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais defendem a importância do ensino de ciências serem articulado com a compreensão do desenvolvimento histórico da tecnologia nos vários campos existentes e identificar como os avanços modificam

ações de vida, mudam condições de vida e criam novas necessidades, pois dessa maneira os conhecimentos anteriores que se tem sobre a tecnologia será fundamental para o entendimento das tecnologias atuais, conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Neste destacam:

Reconhecer que, se de um lado a tecnologia melhora a qualidade de vida do homem, do outro ela pode trazer efeitos que precisam ser ponderados para um posicionamento responsável. Por exemplo, o uso de radiações ionizantes apresenta tanto benefícios quanto riscos para a vida humana (BRASIL, 2002, p. 88).

Diante da perspectiva que defendemos para a educação científica e tecnológica é imprescindível que tenhamos uma visão crítica sobre a nanotecnologia. Devemos olhar a nanotecnologia de forma positiva, pois um tema de tanta valia como esse deve ser bem argumentado por aqueles que buscam um melhor entendimento sobre a ciência e tecnologia e até mesmo implantada nas escolas para tornar a educação básica uma educação científica e tecnologia.

É essencial que alunos e professores do ensino básico conheçam o que é Nanociência, seus conceitos básicos e suas potencialidades, tendo em vista a importância da formação científica e cultural do cidadão, de forma a superar obstáculos que surgem devido às novas tendências científicas e tecnológicas (BISOGNIN et al 2012).

Como alguns dos alunos do ensino médio estão cada vez mais perdendo o interesse pelas aulas, uma forma de chamar sua atenção é levar novas atividades que desperte o seu interesse. A explanação de conteúdos da Física Moderna e Contemporânea (FMC) é bastante propícia, pois são temas que muitas vezes não são abordados em livros textos. De acordo com Ellwanger; Fagan e Mota (2009)

A inserção de Física Moderna e sua aplicação nos conteúdos do Ensino Básico tornam-se uma necessidade imediata, visto que os alunos relacionam a sua vivência diária com os conteúdos apresentados em sala de aula (p.03).

Uma das formas de tornar o aluno um cidadão capaz de compreender questionamentos científicos e tecnológicos tão presentes em seu cotidiano seria inserir no ensino médio conteúdos que levem o mesmo a pensar de forma científica. Se possível adotar no ensino médio assuntos da física moderna e contemporânea, seria uma maneira de nos aproximarmos de uma alfabetização científica no ensino de ciências (OLIVEIRA ET AL, 2013).

Oliveira et al, (2013) usam a afirmativa de Valadares e Moreira para defender a inclusão da FMC no ensino médio.

É imprescindível que o estudante do segundo grau conheça os fundamentos da tecnologia atual, já que ela atua diretamente em sua vida e certamente definirá o seu futuro profissional. Daí a importância de se introduzir conceitos básicos da Física Moderna e, em especial, de se fazer uma ponte entre a física da sala de aula e a física do cotidiano (VALADARES E MOREIRA, apud Oliveira, Ferreira e Almeida, 2013, p. 01).

Com um ensino científico que se adequem aos alunos, podemos formar pessoas mais críticas e preparadas para a convivência na vida em sociedade, que não tenham receio de opinar em meio a questionamentos que envolva qualquer assunto que seja. Mas não estamos interessados em só formar cidadãos que entendam problemas da física, mas que de forma geral levantem questionamentos sobre a ciência, já que é uma área que abrange vários temas. Sendo assim, se faz necessário construir um cidadão crítico capaz de atuar e se posicionar como um ator social interessado em participar das decisões que envolvem ciência e tecnologia (TREVISANO e CHRISPINO, 2012).

A Física é uma das disciplinas que explicita muito sobre a ciência, daí a necessidade de cada vez mais explorar seus assuntos no ensino médio e como a nanotecnologia é um assunto recente, ou seja, faz parte da física moderna e contemporânea, é uma idéia bastante interessante a ser mostrada e entendida.

Como vivemos num mundo em extremo desenvolvimento e a tecnologia não para, daí muitas coisas surgem a todo o momento para o seu desenvolvimento, e a nanotecnologia desempenha um papel importante para que ocorram progressos necessários que contribuam na vida de algumas pessoas.

Na percepção de (Bisiogninet al 2012)

Ao estudar problemas relacionados com Nanociência, uma indagação surge de forma natural: por que o estudo de um problema em uma escala nano é diferente do mesmo problema em uma escala maior? A resposta é que propriedades que não se vêem em uma escala macroscópica, na escala nano passam a ser vistas e, portanto, podem ser consideradas quando se manipula um determinado material, seja ele biológico, um fármaco, metal, plástico etc....Ao invés de trabalhar com materiais que podem ser manipulados sem ajuda de equipamentos macroscópicos, trabalha-se com átomos e moléculas (p. 204).

Oliveira et al, (2013) apontam que a Nanotecnologia é uma área com relevante interesse para o ensino e para aprendizagem e trata-se de uma temática multidisciplinar, ou seja, que atua em várias áreas, sendo possível favorecer a

abordagem da construção da ciência e da tecnologia, contribuindo para que o aluno posicione-se quanto aos avanços tecnológicos e científicos, alguns presentes em seu cotidiano.

Destacando a importância da Nanotecnologia para a educação científica e tecnológica, anteriormente os autores também abordam que com foco no avanço da ciência e da tecnologia, é possível notar o aumento das pesquisas em escala nanométrica a partir da divulgação da ciência e do aparecimento de termos como nanotecnologia e nanociência em espaços midiáticos e em produtos comercializados em mercados ou na *internet*.

Com isso, para que a ciência faça parte da vida de todos, a tecnologia deve estar associada de maneira que grande parte das pessoas possam ter acesso a essa, e uma das formas para que isso aconteça é a inserção de atualidades na educação básica. Segundo Zanella et al (2009).

É essencial que alunos e professores do ensino básico conheçam o que é, a potencialidade e os efeitos da nanociência e da nanotecnologia, visto que estas áreas prometem fazer uma nova revolução tecnológica (p. 02).

Gomes e Câmara (2013) evidenciam que a crença de que a escola é o berço das relações sociais como um todo, portanto faz com que a nanociência e nanotecnologia atuem como componente motivador ao aprendizado da matemática, da física, da biologia e, em especial, da química. Essa inserção ao meio científico, antes visto como restrito, além de trazer estímulo e renovação às metodologias de ensino, efetiva a Alfabetização Científica e Técnica (ACT).

Assuntos da contemporaneidade devem ser discutidos em sala de aula, a nanotecnologia é um bom exemplo a ser tratado na educação básica. Levando em consideração que muitos alunos têm uma grande dificuldade de entender as escalas de medidas, umas das maneiras de discutir a escala nanométrica seria começarmos a falar sobre as escalas já conhecidas, que temos acesso como o metro, centímetro e milímetro e depois introduzir a escala nano e também sobre a nanociência e nanotecnologia, daí seria a essência para início de um assunto da FMC no ensino básico.

## 6. QUADRINHOS E TIRINHAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Na década de 1960, o preconceito era notável por parte de muitos com relação às Histórias em Quadrinhos (HQs). Porém pouco a pouco isso vem mudando, mas não por completo, talvez as HQs não sejam bem vista por muitos dos cientistas, isso pode acontecer por pensarem que as tirinhas que são apresentadas na mesma com informações sobre conceitos da física não consigam passar os conteúdos de forma científica (CARUSO e SILVEIRA, 2009).

Contrariando a perspectiva anterior, HQs podem provocar ou até mesmo resgatar interesse nos alunos que estão cansados de verem a física como uma disciplina monótona e sem nenhuma mudança em aulas proveitosas, onde sua utilização possa aproximar a linguagem do estudante à linguagem escolar (VIEIRA e HIGA, 2013).

As crianças e adolescentes em toda sua vida querem fazer coisas que se tornem divertidas ou que, pelo menos sintam um pouco de entusiasmo na hora de realizá-las e como para muitos os estudos não são de bom agrado, uma maneira de tornar a aprendizagem um pouco mais lúdica é que os professores tentem criar novas formas de ensino, uma maneira seria levar novas idéias para as aulas a partir de um determinado conteúdo a ser discutido, para que este se torne mais contextualizado e prazeroso por parte dos estudantes (BRAZ e FERNANDES, 2009).

Como argumenta Pizarro (2009), a presença de informações e conceitos dentro de uma narrativa quadrinizada é extremamente comum e oferece aos professores a oportunidade de utilizá-las como um recurso adicional e atrativo para o processo de ensino e aprendizagem.

Existem diversas defesas em torno dos quadrinhos no contexto escolar. Braz e Fernandes (2009), por exemplo, faz as seguintes defesas:

- Como o conteúdo de física é considerado por alguns estudantes como difícil, sua utilização pode aproximar o assunto da realidade;
- Motiva o aluno ao tema discutido;
- Cria situações problemas.

Já Borralho et al (2010) traz outras defesas sobre história em quadrinhos no contexto escolar, como:

- É acessível e de baixo custo, possibilitando a sua implantação em qualquer realidade, não sendo custoso nem ao professor nem a escola;
- Tem uma aceitação muito grande entre crianças e adolescentes;
- É um recurso que pode ser adaptado e adequado antes, durante ou depois da apresentação de um conteúdo em sala de aula;
- A linguagem de fácil acesso motiva e estimula os alunos à leitura.

Uma disciplina como a Física conhecida por muitos alunos por ser difícil, mas que se englobarmos a ela atividades que as tornem ao menos prazerosa aos alunos, eles conseguirão compreender melhor e se sentirem mais entusiasmados nas aulas. Santos e Aquino (2010) evidenciam o uso das histórias em quadrinhos na área de física tendo como destaque a motivação na realização de atividades utilizando histórias em quadrinhos por parte dos alunos que consideram a disciplina como difícil.

As HQs podem chamar a atenção do leitor por ser um conteúdo que chame a atenção de alguns por meio de imagens que são apresentadas nas mesmas. De acordo com Nornberg (2008), com uma linguagem característica que englobe texto e imagem, as HQs ampliam as possibilidades de interpretação e provocam um sentimento único em seus leitores.

Também são textos que fazem com que seus leitores usem a imaginação. Os quadrinhos são diferentes de qualquer tipo de meio artístico de comunicação em massa, pois ele possui a leitura solitária, o envolvimento pessoal de cada leitor, proporcionando sentimentos únicos em cada aventura, texto ou desenho (PESSOA, 2008).

## 7. Percurso Metodológico

A partir do objetivo do presente trabalho, propomos uma construção de escala de comprimento que será desenvolvida com algumas medidas, onde explanará o metro, centímetro, milímetro e também a nano.

A apresentação da escala se desenvolverá primeiramente com a medição em macro até chegarmos ao nano, isso porque facilitará aos estudantes o desenvolvimento de algumas noções sobre as medições nano também proporcionará gradativamente aos mesmos, idéias a respeito das dimensões físicas que serão disponibilizadas.

A escala será personalizada com o intuito de uma melhor compreensão sobre a nanotecnologia para estudantes do ensino médio.

A apresentação da escala aos estudantes só será desenvolvida em outro trabalho posterior. Sendo que nesse trabalho será destinado apenas a apresentação da proposta da construção da escala, ou seja, o processo da sua criação.

A construção da escala será realizada após introduzirmos aos alunos comparações de escalas já conhecidas para que eles vão se familiarizando com o tema em questão, onde sua utilização poderá ocorrer em todo o ensino médio, já que o tema proposto não faz parte do ensino médio, podendo ser definido como um assunto extra para a disciplina.

Antes da utilização da escala, uma tirinha será apresentada, tratando de medidas nano, no sentido de motivar os estudantes para o estudo sobre a temática. A tirinha encontra-se em seção específica.

Após a exposição da escala, apresentaremos figuras com objetos de distintas dimensões, a qual possibilitará os estudantes compararem as mesmas.

O entendimento da escala ocorrerá em três etapas, onde a primeira será explicada a escala ao estudante através de uma configuração decimal relacionada à potência de dez, para que eles adquiram conhecimentos das grandezas mostradas. Na segunda etapa disponibilizaremos aos estudantes objetos com comprimento em centímetro para que eles efetuem e registrem medidas e na terceira etapa, a partir da medida em centímetro explicaremos a medida em notação decimal.

Fizemos uso de tirinhas já que as histórias em quadrinhos chamam a atenção dos estudantes, pois é uma ferramenta de diferente explanação do que eles vêem diariamente. Como alguns alunos consideram a disciplina de física difícil, dessa maneira com algo diferente para motivá-los as atividades se tornarão mais prazerosas. Daí foi criada uma tirinha em relação ao tema nanotecnologia para que os alunos compreendam o tema antes mesmo do início da aula propriamente dita.



A tirinha foi construída a partir da sequência de seis quadros. Os diálogos foram criados pelo autor, porém, a figura foi construída a partir de uma colagem proveniente dos personagens Magal e Leco.

## 8. A IMPORTÂNCIA DA CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO DA ESCALA

A construção da escala será iniciada com conhecimentos simples que o aluno já possui sobre potência de dez, mas também será apresentado um esquema sobre o fato em questão.

Será feita associação de uma medida apresentada com a outra que virá posteriormente, para que o estudante possa começar a formar ideias sobre as medidas até chegar de fato a mais esperada ao seu entendimento que é a nano.

A configuração da medida na escala será evidenciada também por imagens e fenômenos de seu conhecimento, ou seja, por estruturas macro, micro e nano.

A construção da escala tem como objetivo auxiliar aos alunos na compreensão da definição nano, ou melhor, o quanto pequeno é algo dessa espessura. Isto é, usando o método de comparação de comprimento a partir do metro, centímetro e milímetro o estudante começará a formar idéias a respeito da escala nano.

Com o esquema de representação como a escala, é possível que as pessoas venham a construir uma compreensão do que de fato é a nanoescala ou do que significa o decréscimo das casas decimais.

Como sabemos é bastante complicado entendermos algo que não sabemos o seu significado, mas se englobarmos a isso a possibilidade de mostrar de alguma forma a problemática em questão (entendimento da medida nano), a compreensão poderá ser proveitosa e obter um resultado positivo.

Com o auxílio de objetos que dêem subsídios para um ensino cada vez melhor a aprendizagem se tornará mais fácil de ser assimilada e ainda mais se tratando de assuntos de difíceis abordagens que é o caso da nanotecnologia, onde sua explicação não é vista com freqüência no ensino e quando abordados segue em um breve relato em forma de texto que não ultrapassam poucas páginas que alguns dos livros textos o trazem esse questionamento, como Agostini e Delizoicov (2009) defendem o uso da experimentação no ensino ressaltando aspectos eficazes na aprendizagem do aluno, pois com outras ferramentas no ensino o aluno desperta interesse no conhecimento em questão e desenvolve uma aprendizagem de fácil assimilação e duradoura, e nesse caso, com o auxílio de ferramentas que ajudem os alunos na assimilação a aprendizagem será proveitosa.

Através da associação com elementos acessíveis aos estudantes é possível que a compreensão de alguns conceitos abstratos tornem-se familiares aos mesmos. Neste caso, a escala poderá se prestar como um elemento mediador do entendimento da terminologia nano.

A utilização da escala será importante em meio a diversas possibilidades, ou seja, será importante para a compreensão do estudante em todas as séries do ensino médio, podendo ser definida como um assunto extra na disciplina de física, já que a nanotecnologia é um tema pouco discutido e que não há desenvolvimento do mesmo no ensino médio, isso porque as ementas dos cursos não a cobram em meio aos conteúdos.

A escala terá bastante utilidade para o desenvolvimento da aprendizagem sobre a medida nano, onde a clareza das marcações da escala será bem evidente e definido.

## 9. EXPLORANDO A ESCALA

### I Etapa

Nesta etapa, tencionamos explicar a escala ao estudante, através de uma configuração decimal, com relação à potência de dez, para que o estudante adquira conhecimento do que é o macro, mili, micro e conseqüentemente a medida nano, conforme mostra a tabela abaixo:

<b>Potência de dez</b>	
$10^0 = 1$	
$10^1 = 10$	$10^{-1} = 0,1$
$10^2 = 100$	$10^{-2} = 0,01$
$10^3 = 1000$	$10^{-3} = 0,001$ (mili)
$10^4 = 10000$	$10^{-4} = 0,0001$
$10^5 = 100000$	$10^{-5} = 0,00001$
$10^6 = 1000000$	$10^{-6} = 0,000001$ (micro)
$10^7 = 10000000$	$10^{-7} = 0,0000001$
$10^8 = 100000000$	$10^{-8} = 0,00000001$
$10^9 = 1000000000$	$10^{-9} = 0,000000001$ (nano)

Figura 8: Tabela relacionando grandezas macro até a grandeza nano. SILVA, S. L. A.; VIANA, M. M.; MOHALLEM, N. D. S. Afinal, o que é nanociência e nanotecnologia? Uma abordagem para o ensino médio. **Revista Química Nova na Escola**. v.31, n.3, agosto 2009.

### II etapa

Disponibilizaremos ao estudante objetos planos com comprimento entre 30 e 50 cm. Solicitaremos efetuar medidas de comprimento em centímetros, registrando a mesma.

### III etapa

Depois de registrado o comprimento em cm, conforme explicado acima, explicaremos aquela medida em notação decimal como foi apresentada a tabela anterior.

## 10. RELACIONANDO A ESCALA COM OBJETOS MICROSCÓPICOS

Ao término da medição apresentada em centímetro podemos transformar a medida para o metro e até mesmo em nano, para que eles entendam como se desenvolve o processo de notação decimal, após isso partiremos para mostrar imagens da relação das medições realizadas.

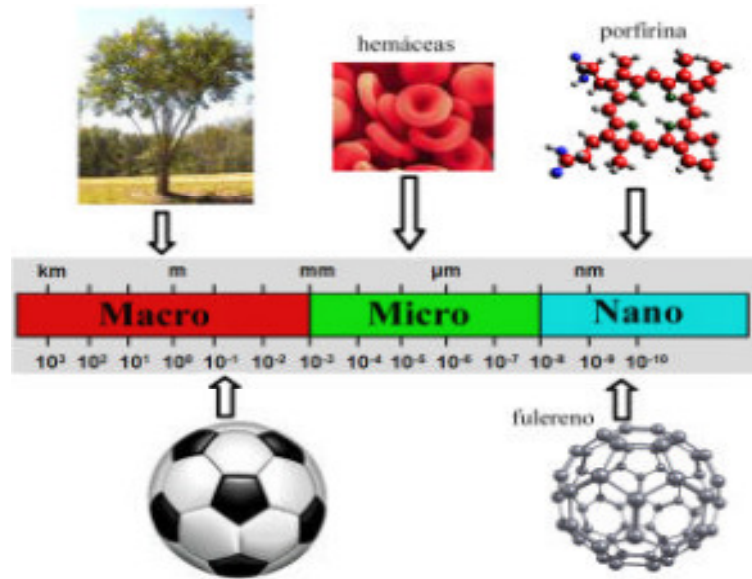


Figura 9: Esquema relacionando as escalas macro -, micro - e nanométrica, com seus respectivos exemplos. ZANELLA, I. et al. Abordagens em nanociência e nanotecnologia para o ensino médio. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2009.

## 11. CONVERSANDO SOBRE NANO

Hei Magal! Você sabe o que significa nano?

Leco, o único Nando que conheço é meu amigo Fernando.

Não é nando... é **NANO**, que corresponde a algo minúsculo.

Pense no Planeta Terra como sendo um metro e uma formiga um nano.

?????

Eu percebi que você está falando de tamanhos.

Exatamente. Vou lhe explicar termos de notação decimal.

$10^2 = 100$  (metro);  
 $10^{-9} = 0,000000001$  (nano). Entendeu?

Entender, hummm.. Nossa, o Nano é algo realmente pequeno, né?

## 12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término da realização dessa proposta pudemos perceber que a compreensão do aluno poderá ser obtida com um resultado positivo, partindo das explicações aqui mostradas, onde segue-se um passo a passo de elementos que vão associando uma definição a outra, por exemplo, ao ser explicada a potência de dez, ao explicar uma medida e depois partir para outra o aluno irá começar a associar os pequenos detalhes que envolve a escala e assim o entendimento será ocasionado de forma simples.

Pôde-se, perceber que várias áreas estão cada vez mais associadas a nanotecnologia para diversas aplicações, já que os resultados obtidos estão sendo positivos.

Tratando-se das escalas nanométricas o entendimento dessa medida é bastante complicado para alguns, mas se tentarmos facilitar a explicação o entendimento se tornará mais claro, que foi a forma que usamos, quando as medidas foram apresentadas sempre com figuras comparativas ou outros tipos.

Com o auxílio das Histórias em Quadrinhos, o estímulo para o indivíduo buscar interesse pelo assunto poderá ser bem maior, já que é algo diferente do que de costume e que chama a atenção dos estudantes, pois como sabemos uma das dificuldades maiores de assimilar o que está por trás da nanotecnologia é realmente entender algo que não conseguimos enxergar sequer a olho nu e tentando mostrar a escala nano mesmo que de forma representativa a assimilação do conceito terá um resultado positivo.



## REFERÊNCIAS

- AULER, D. e BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto Educacional Brasileiro. **Revista Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, p.1-13, 2001.
- AULER, D. Enfoque Ciências- Tecnologia-Sociedade: Pressuposto para o contexto Brasileiro. **Revista Ciência e Ensino**, v.1, número especial, novembro 2007.
- ANGOSTINI, V. W. e DELIZOICOV, N. C. A experimentação didática no ensino fundamental: impasses e desafios. **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC**, novembro 2009.
- BERGER FILHO, A. G. e VIEIRA, G. O. O Direito internacional e a governança dos riscos ambientais das nanotecnologias. **O Direito** 144.<sup>o</sup>, I, 67-104, 2012.
- BISOGNIN, E. et al. Ensino e Aprendizagem de Conceitos Matemáticos Relacionados à Nanociência por meio da Modelagem Matemática. **Acta Scientiae**, v.14, n.2, p.200-2014, maio/ago. 2012.
- BISPO FILHO, D. O. et. al. Alfabetização científica sob o enfoque da ciência, tecnologia e sociedade: Implicações para a formação inicial e continuada d professores. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las ciencias**. v.12, n.2, p.313-333, 2013.
- BORRALHO, A. L. F. et. al. História em Quadrinhos: Um instrumento didático para o ensino de ciências naturais. **Apresentação ENID – UFPI**, 2010. Paginação eletrônica.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais+. **Ciências da Natureza, Matemática e Suas Tecnologias** - Física, 4ed, Brasília: 2002.
- BRAZ, K. M. e FERNANDES, S.A. História em Quadrinhos: Um recurso didático para as aulas de física. **XVIII Simpósio Nacional de ensino de física – SNEF** 2009.
- CARUSO, F. e SIVEIRA, C. Quadrinhos para a cidadania. **Revista História, Ciências, Saúde** - Manguinhos, Rio de Janeiro, v.16, n.1, p.217 – 236, jun.- mar.2009.
- CHRISPINO, A. et. al. A área CTS no Brasil vista como rede social: Onde aprendemos? **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v. 19, n. 02, p. 455 – 479, 2013.
- DURAN, N. e AZEVEDO, M. M. M. Nanociência e Nanotecnologia. **Reportagem Rede de pesquisa em Nanotecnologia**. 2012.
- ELLWANGER, A. L.; FAGAN, S. B.; MOTA, R. Do metro ao nanômetro: Um salto para o átomo. **XVIII Simpósio Nacional de ensino de física- SNEF**, v. 01, p. 1 – 10, 2009.

FARIA, E.M. et. al. Nanotecnologia e meio ambiente: Uma análise sobre os riscos e benefícios dessa tecnologia em um contexto atual. v.9, n.1, p.18 – 26, março/maio, 2013.

FOLADORI, G. et. al. Características distintivas Del desarrollo de las nanotecnologias em América Latina. **Sociologias**, ano 14, n.32, p.330 – 363, mai. – agos. 2012.

GOMES, V. F. S., e CÂMARA, M.S.C. Nanotecnologia e ligação Química: Proposta interdisciplinar para o ensino de Química, **XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão - JEPEX**, UFRPE Recife, 09 a 13 de dezembro 2013.

HAYASHI, M.C.P. I. et al Em direção à construção de indicadores regionais de Nanociências e Nanotecnologia. **Revista Brasileira Gestão e Desenvolvimento Regional**. v.2, n.3, p.85 – 127, set. – dez. 2006.

KNOBEL, M. e GOYA, G. F. Ferramentas magnéticas na escala de átomo. **Scientificamerican Brasil**. Dezembro 2004.

LEONEL, A. A. e SOUZA, C. A. Nanociência e Nanotecnologia para o Ensino de Física Moderna e Contemporânea na perspectiva da Alfabetização Científica e Técnica. **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC**, novembro 2009.

LINSINGEN, I. V. Perspectiva educacional CTS: Aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Revista Ciência e Ensino**, v.1, número especial, novembro 2007.

MOREIRA, A. F.et. al. Abordagem CTS no ensino de termodinâmica: Mobilidade Urbana e Degradação da energia. **XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Meresias**. 2012.

NÖRNBERG, I. F. **Ciência em revista: A Construção de Conhecimentos Científicos Através da Utilização de Histórias em Quadrinhos**.Dissertação de mestrado,Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - Faculdade de Física, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, 2008.

OLIVEIRA, S.M.M .Nanobioética.**Jornal de Ciências Cognitivas**, fevereiro 2011.

OLIVEIRA, J. M. L.; FERREIRA, C. U.; ALMEIDA, M. J. P. N. Leitura de um texto de divulgação científica sobre nanotecnologia no ensino médio, **XX Simpósio Nacional de Ensino de Física - SNEF**, janeiro 2013.

PASTRANA, H. F.; ÁVILA, A.; MORENO, G. Nanotecnologia, patentes y lasituacionen América Latina. **Revista Mundo Nano**. v.5, n.9, Julio – diciembre, 2012.

PEREIRA, F. D.; HONÓRIO, K. M.; SANNOMIYA M. Nanotecnologia: Desenvolvimento de materiais didáticos para uma abordagem no ensino fundamental. **Química nova na Escola**. v.32, n.2, maio 2010.

PEREIRA, N. A. M. et. al. Ciência, Tecnologia e Sociedade: A relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Revista Ciência e Educação**. v.13, n.1, p.71 – 84, 2007.

PESSOA, A. R. **Quadrinhos na Educação: Uma proposta didática na Educação Básica**.Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista – Instituto de artes 2006.

PIZARRO, M. V. As historias em quadrinhos como linguagem e recurso didático no ensino de Ciências. **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC**, novembro 2009.

QUINA, F. Nanotecnologia e meio ambiente: Perspectiva e riscos. **Química Nova**. v.27, n.6, p.1028 – 1029. 2004.

REBELLO, G. A. F. et. al. Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. **Química Nova na Escola**. v.34, n.1, p.3 – 9, fevereiro 2012.

RICARDO, E. C. Educação CTSA: Obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. **Revista Ciência e Ensino**. v.1, número especial, novembro 2007.

ROEHRIG, S. A. G. e CAMARGO, S. Educação científico com enfoque CTS nas diretrizes curriculares de física do estado do Paraná. **XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de física**, 2012.

SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências. **Revista Ciência e Educação**. v.7, n.1, p.95 – 111, 2001.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica.**Revista Ciência e Ensino**. V.1, número especial, novembro 2007.

SANTOS, P. N. e AQUINO, K. A. S. Produção de história em quadrinhos no ensino de química orgânica: A química dos perfumes como temática. **XV Encontro Nacional do Ensino de Química - ENEC**, julho 2010.

SCHUIZ, P. A. B. O que é nanociência e para que serve a nanotecnologia? **Revista Física na escola**. v.6, n.1, 2005.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico – crítica e do movimento CTS no ensino de Ciências. **Revista Ciência e Educação**. v.9, n.2, p.117 – 190, 2003.

TREVISANO, R e CHRISPINO, Á. CTS no ensino médio: Contribuições de uma disciplina para uma percepção mais humana da ciência. **Seminário de Pesquisa e pó – graduação 2012**. Cefet RJ, janeiro 2013.

TOMA, H. E. e ARAKI, K. O gigantesco e promissor do muito pequeno. **Revista Ciência Hoje**, v.37, n.217, julho 2005.

TUTOR – SÁNCHEZ, J. D. e TAKEUCHI, N. ? Por qué es necesaria la divulgación y la formación em nanotecnología? **Momento – Revista de física**. n.46, janeiro 2013.

VAZ, C. R.; FAGUNDES, A. B.; PINHEIRO, N. A. M. O surgimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na educação: Uma revisão. **I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia – SNECT2009**.

VIEIRA, E. F. e HIGA, I. Histórias em quadrinhos: Uma proposta para o ensino de física. **XI Congresso Nacional de Educação - EDUCERE2013**.

ZANELLA, I. et al. Abordagens em nanociência e nanotecnologia para o ensino médio. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF2009**.

ZANETTI – RAMOS, B. G. e CRECZYNSKI – PASA, T. B. O desenvolvimento da nanotecnologia: Cenário Mundial e Nacional de investimento. **Revista Brasileira Farmácia**. 2008.