# Nanoestruturas em cosméticos: O que pensam estudantes de um curso técnico e as implicações da Ciência e Tecnologia nos produtos que utilizam nanoestruturas

Letícia Cantiliano Perez\*, Leandro Duso\*\*, Paulo Henrique Guadagnini\*\*\*,
Renata Hernandez Lindemann\*\*\*\*

#### Resumo

O presente artigo tem como objetivo discutir as percepções dos estudantes de um curso Técnico em Estética sobre a presença de nanoestruturas na composição dos cosméticos, pela perspectiva da Alfabetização Científica e das implicações da Ciência e Tecnologia (CT), nos produtos que utilizam as mesmas. A pesquisa de caráter qualitativo foi realizada em duas intervenções, as quais forneceram subsídios através de questionários, vídeos, artigos, relatórios e pesquisas para que surgisse um debate de ideias. Com todas essas contribuições, a intenção foi de que os estudantes construíssem um processo de reflexão e debate sobre o consumo de nanocosméticos em seu cotidiano. A partir da análise dos materiais coletados emergiram duas categorias: Visão ingênua sobre nanopartículas em cosméticos e Implicações da CT nos produtos que utilizam nanopartículas. Na primeira foi observada uma visão simplista dos estudantes frente a esta realidade, sem ao menos problematizar o uso desses nanocosméticos e seus possíveis malefícios para a saúde humana e meio ambiente, apresentando um conhecimento superficial sobre o tema. Porém, a partir da intervenção tiveram a oportunidade de reorganizar, reelaborar e ressignificar suas compreensões sobre a presença da nanotecnologia em cosméticos. Em relação às implicações foi possível notar que a falta de conhecimentos da CT inter-relacionados

- Licenciada em Ciências Biológicas. Especialista em Educação Ambiental. Especialista em Práticas Educativas em Ciências da Natureza e Matemática. Mestranda em Ensino de Ciências. Universidade Federal do Pampa, Brasil. E-mail: leticiamattos.aluno@unipampa.edu.br
- Professor Adjunto Universidade Federal de Santa Catarina. Líder do grupo de pesquisa "A Ponte": interligando a educação básica e o ensino superior no Ensino de Ciências e de Biologia. Presidente da Associação Brasileira de Ensino de Biologia –SBENBIO, Brasil. E-mail: dusoleandro@gmail.com
- Afiliação: Universidade Federal do Pampa/ Unipampa, Campus Bagé, Brasil. E-mail: pauloguadagnini@ unipapampa.edu.br
- Universidade Federal do Pampa. Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em Ensino, Grupo de Pesquisa sobre Aprendizagens, Metodologias e Avaliação, Bagé, RS, Brasil. E-mail: renatalindemann@uni-pampa.edu.br.

Recebido em: 14/04/2020 – Aceito em: 18/11/2020 https://doi.org/ 10.5335/rbecm.v4i1.10856 http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0



com a realidade, forma profissionais acríticos e alheios aos seus direitos e deveres como cidadãos. Conclui-se, a partir do exposto, que são necessários processos técnicos formativos que considerem aspectos da Educação CTS em seus currículos, para que se tenha uma formação de indivíduos conscientes de seus papéis na sociedade, com uma visão ampla dos reais problemas vivenciados nas suas profissões, capazes de mensurar as implicações destes dilemas ético-profissionais e ainda construir conhecimentos técnicos indispensáveis às tomadas de decisões conscientes.

Palavras-chave: Nanotecnologia. Alfabetização científica. CTS.

## Introdução

A indústria brasileira de cosméticos cresceu muito nas últimas décadas para suprir as "necessidades" de consumidores cada vez mais exigentes. Mas será que realmente, como consumidores, necessitamos desses produtos? Ou será que essas necessidades são agenciadas e produzidas em larga escala pela indústria dos cosméticos? Muito se debate em torno desse consumo excessivo e de como conscientizar nossos estudantes quanto ao uso racional desses produtos. Conforme Oliveira (2017, p. 2), "[...] dentre os recursos utilizados para estimular o consumismo, pode-se destacar a ação agressiva e intensa das propagandas, que na atualidade são encontradas em todos os veículos de comunicação". A mídia incentiva à compra, e a todo o momento somos lembrados que precisamos adquirir aquele produto cosmético que acabou de ser lançado, seja através da mídia impressa, veiculada ou digital, o formato da mensagem é quase sempre o mesmo: pessoas realizadas, bem sucedidas amorosa e financeiramente, apresentando um modelo de beleza que é difícil de ser alcançado, gerando mais e mais necessidade de consumo. Os consumidores, em geral, depositam todas as suas expectativas em pequenos potes milagrosos que prometem transformá-los da noite para o dia, deixando-os mais jovens e mais belos, sem ao menos questionar os produtos químicos empregados na formulação desses cosméticos, por quais processos industriais eles passaram, que custos ambientais foram empregados na sua produção e ainda se poderão ter algum tipo de efeito colateral no seu organismo com o uso contínuo.

O crescimento no consumo dos produtos cosméticos é influenciado, dentre outros fatores, pelo aumento na expectativa de vida e participação da mulher no mercado de trabalho nas últimas quatro décadas, sendo a maior parte formada por consumidores compensatórios, preocupados com aparência e autoestima (ABIHPEC, 2013;

OLIVEIRA, 2017). Apesar das quedas do setor a Associação Brasileira da Indústria da Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC) (2020) destaca que, em 2017, o Brasil, oitava potência mundial em economia, manteve sua quarta posição no ranking mundial de consumo em relação aos produtos de higiene, perfumaria e cosméticos. Os cosméticos ocupam o terceiro lugar de um ranking mundial em produtos que contenham nanotecnologia, segundo (STATNANO, 2020), ficando somente atrás dos setores de produção de eletrônicos e dos materiais para a área da medicina. Os fabricados pela indústria cosmética são para cuidados com a pele, cuidados pessoais, maquiagens, produtos para os cabelos, higienização/bem-estar sexual e de barbear compreendendo cosmecêuticos produzidos em 223 empresas espalhadas por 29 países diferentes. Com esse crescimento no consumo de produtos cosméticos e o avanço da ciência e tecnologia (CT), outras áreas do conhecimento integraram-se nesse mercado, dentre elas a nanotecnologia que também está sendo amplamente utilizada em formulações cosméticas na busca de inovação tecnológica, com a promessa de uma melhor permeação dos ativos na pele e resultados muito mais visíveis. A nanotecnologia em cosméticos ainda não está regulamentada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (HUPFFER, 2019), e alguns estudos sinalizam desvantagens na sua utilização (GONÇALVES, 2019). Os ativos mais utilizados pela nanotecnologia em cosméticos são: antioxidantes e de proteção contra radicais livres, fotoprotetores, maquiagens, cremes antienvelhecimento e emagrecedores, hidratantes para a pele e cabelos. Esses produtos apresentam uma grande vantagem em comparação aos cosméticos que não utilizam essa tecnologia, suas partículas nanométricas permeiam a pele com maior facilidade chegando às camadas mais profundas, a fim de promover uma melhor eficácia no seu uso (GON-ÇALVES, 2019). Ainda segundo a autora, estudos indicam que partículas menores que 300 nm² podem alcançar a corrente sanguínea e assim atingir órgãos vitais como pulmões e cérebro, ainda não podemos mensurar as consequências da livre circulação dessas nanopartículas no corpo humano, assim como os possíveis danos ao meio ambiente ao receber o descarte desses produtos. A falta de uma regulamentação por parte da ANVISA gera a livre comercialização dos nanocosméticos sem a obrigatoriedade da identificação de sua presença nos rótulos desses produtos, causando preocupação em pesquisadores e estudiosos da área por ainda não conhecermos as possíveis consequências do seu uso contínuo (REIS, 2011).

Considerando o crescimento vertiginoso dessa área, propomos a discussão deste tema relevante: "O emprego de nanoestruturas na composição de cosméticos". O assunto é significativo para estudantes de todos os níveis de ensino, tendo em vista que os cosméticos fazem parte da rotina diária de higiene pessoal, mas é sem dúvida de suma importância para o aprendizado de futuros Técnicos em Estética. Assim, surge como questionamento: Como a escola, enquanto espaço pedagógico, poderá auxiliar os estudantes a desenvolver o pensamento crítico sobre o tema proposto? Esse questionamento surge no contexto de uma Escola Técnica localizada no interior do Rio Grande do Sul, que oferece dentre outros um Curso Técnico em Estética. Assim, questiona-se como estudantes podem ser alfabetizados científica e tecnologicamente sobre a presença das nanoestruturas em produtos cosméticos? Quando nos referimos a um Curso Técnico em Estética, especialmente quanto à abordagem da temática da nanotecnologia relacionada aos cosméticos, os princípios de uma Alfabetização Científica e Tecnológica contribuem para uma abordagem crítica. De acordo com Oliveira (2017, p. 02), "a formação crítica pode proporcionar às pessoas embasamento para discutir, analisar e exigir leis que gerenciam as produções e resíduos das indústrias de cosméticos". Diante do exposto, esta pesquisa tem como objetivo discutir as compreensões de estudantes de um curso Técnico em Estética sobre a presença de nanopartículas na composição de cosméticos, na perspectiva de uma Alfabetização Científica, bem como as implicações da CT nos produtos que utilizam nanopartículas.

# Aspectos teóricos

## Princípios da Alfabetização Científico-Tecnológica

Auler e Delizoicov (2001) compreendem que a alfabetização científico-tecnológica (ACT) é bastante diversa quanto às suas significações, que são demonstradas por intermédio de ideias como popularização da ciência, divulgação científica, entendimento público e democratização da ciência. Assim, os objetivos da ACT buscam desde uma autêntica participação da sociedade no desvelamento de mitos vinculados à CT até uma perspectiva de referendar e buscar o apoio da sociedade para a atual dinâmica do desenvolvimento científico-tecnológico, como compreensão e apropriação do conhecimento abrangendo um largo espectro de propósitos (AULER;

DELIZOICOV, 2001). A base pedagógica da ACT está no reconhecimento de que a CT possui papel fundamental para o desenvolvimento de atitudes e valores e para a formação da cidadania, aliadas à capacidade de tomada de decisões responsáveis frente a situações relacionadas ao cotidiano e à resolução de problemas sociais. Nesse contexto a ACT emerge para fomentar as discussões sobre o papel e implicações da CT na sociedade, como a Educação, Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). De acordo com Santos (2011), as discussões entre CTS surgiram quando problemas ambientais se agravaram no mundo, na década de 1970, com o intuito de educar cientificamente para uma formação cidadã. No Brasil, essas discussões emergiram por volta dos anos 90, envolvendo questões sobre políticas de CT. A esse respeito Auler (2001) considera que os problemas hoje existentes e os que vierem a surgir serão resolvidos com o desenvolvimento cada vez maior da CT, estando a solução em mais e mais CT, ignorando as relações sociais em que esta é concebida e utilizada, e demonstrando claramente uma falta de leitura crítica do mundo. Em decorrência disso, continuamos naturalizando as adversidades e não problematizando os modelos socioeconômicos em que elas ocorrem. Para Freitas (2005), é imprescindível na atualidade a participação cidadã nas tomadas de decisões no que se refere à CT, mas para que isso seja possível e sejamos capazes de opinar com conhecimento é necessário uma Alfabetização Científica, e um dos lugares que deve oportunizar esse conhecimento é a escola. Para a autora, o trabalho pedagógico escolar deve oportunizar: a) a reflexão sobre a natureza da ciência e as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade; e b) as competências argumentativas dos estudantes através da realização de experiências educativas dialógicas como a discussão e o debate, diminuindo o distanciamento entre ciência e cotidiano.

Os pressupostos dos currículos na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias foram amplamente discutidos, segundo Santos (2002), contribuindo para a elaboração de novos modelos, com a intenção de cumprir com a proposta da educação básica que é de preparar o estudante para o exercício consciente da cidadania. A proposta curricular de CTS corresponde a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos. Auler (2001), Ilha e Muenchen (2016) apontam, na Educação em Ciências, valores como a participação, principalmente de parcelas da sociedade afetadas por carência material. Nesse processo espera-se que os sujeitos deixem de ser objetos e

reivindiquem sua participação nos processos decisórios que envolvem suas necessidades. O professor tem um papel fundamental na formação dos estudantes como um mediador no processo de construção do conhecimento. Por isso, várias pesquisas de avaliações curriculares de CTS têm apontado para a necessidade de acompanhamento do processo de implantação curricular no que diz respeito à formação de professores, que possui também a importante missão de buscar a interdisciplinaridade através de projetos desenvolvidos com a participação de todos (SANTOS, 2002). Assim, o professor também deve estar alfabetizado cientificamente, caso contrário, poderá gerar uma visão ingênua sobre a ciência.

Para que o educando tome consciência do seu papel na sociedade é preciso problematizar e criar possibilidades de resoluções de situações cotidianas, oportunizando a reflexão para a transformação da realidade. A Educação CTS possibilita construir uma ponte de acesso entre o aspecto social, cultural e tecnológico, para que os estudantes sintam-se sujeitos integrantes das suas comunidades, capazes de resolver problemas, instrumentalizados pela ciência. Para Santos (2001), se desejamos que os estudantes participem ativamente das decisões da sociedade, precisamos ir além do ensino conceitual, em direção a uma educação voltada para a ação social responsável, focada na formação de atitudes e valores. Assim, para Chrispino (2017), o debate na sociedade sobre temas atuais em que há diferença de opiniões podem ser uma das formas mais autênticas de manifestação da abordagem CTS. O intuito é tratar de temas de interesse da sociedade nas suas mais diferentes manifestações, abrindo um espaço para ouvir e se fazer ouvido sobre o futuro que também lhe pertence. Para isso, as articulações entre os movimentos sociais e a construção social da ciência possibilitam modificar a visão de mundo da sociedade, instigando o conflito ou divergência sobre a maneira de ver a origem, o desenvolvimento, a aplicação e as consequências dos conhecimentos/aparatos técnico científicos.

Para este artigo, o propósito de uma ACT está relacionado à compreensão e uso do conhecimento sobre cosméticos nanoestruturados como instrumento para a prática profissional responsável e crítica.

# Cosméticos e Nanotecnologia

RBECM, Passo Fundo, v. 4, n. 1, p. 410-429, jan./jun. 2021

Conforme Baril  $et\ al.\ (2012)$ , a nanotecnologia é uma ciência nova que vem sendo mais estudada nas últimas duas décadas. É através dela que são estudadas as na-

noestruturas com propriedades e processos envolvendo materiais com dimensões em escala nanométrica, sendo que um nanômetro corresponde a  $1.0 \Box 10^{-9}$  metros. Essas partículas são extensivamente investigadas por promoverem muitas vantagens em relação às formulações cosmetológicas tradicionais. São elas as responsáveis por carregar pequenas partículas contendo princípios ativos capazes de penetrar nas camadas mais profundas da pele, potencializando os efeitos dos produtos destinados à aplicação na pele do rosto e do corpo, com ação antienvelhecimento e de fotoproteção.

A pele é o maior órgão do corpo humano e possui entre outras a importante função de barreira de proteção, ela é composta por várias camadas de células diferenciadas conforme as suas funções, normalmente os produtos cosméticos não ultrapassam o estrato córneo que é a camada de pele mais superficial. Segundo Gonçalves (2019), com a chegada da nanotecnologia na indústria dos cosméticos essas barreiras começaram a ser vencidas, as nanopartículas e as nanoesferas que são as nanoestruturas mais utilizadas na indústria dos cosméticos, além de possuírem um tamanho molecular reduzido também possuem afinidade com a matéria orgânica, facilitando dessa maneira a livre passagem dos ativos carreados por essas estruturas. As nanopartículas podem estar presentes na composição de cremes, xampus, locões, géis entre outros produtos de uso diário e suas características são a ótima espalhabilidade e uma excelente capacidade de percepção sensorial. Estes ativos são muito sensíveis e podem perder facilmente a sua ação, mas com o emprego da nanotecnologia ficam protegidos da luz, do ar e de outros componentes da formulação dentro das nanopartículas, estas formam um filme na superfície da pele, protegendo-a da perda excessiva de água, com esse efeito oclusivo, a hidratação da pele é muito maior e com a vantagem de não formarem acne, nem comedões3. Elas fundem-se pelo estrato córneo permitindo a permeação do ativo de forma lenta e contínua até as camadas mais profundas da epiderme, promovendo maior ação do ativo cosmético e reduzindo possíveis irritações cutâneas. A encapsulação do ativo possibilita a diminuição da absorção sistêmica, reduzindo efeitos colaterais, por isso todas as formulações contendo o ativo encapsulado com nanopartículas, apresentam-se mais eficazes e mais seguras que as convencionais. Um exemplo bem simples do emprego da nanotecnologia é descrito por Adriano Pinheiro, no vídeo<sup>4</sup> O que são nanocosméticos? As nanogotículas de óleo nos xampus dão uma aparência diferenciada aos cabelos, deixando-os macios e fáceis de pentear, elas ajudam na

permeação e alteram as propriedades internas do cabelo, penetram no córtex do fio melhorando as propriedades viscoelásticas da fibra.

Quando as nanopartículas alcançam as camadas mais profundas da epiderme encontram pequenos capilares com irrigação sanguínea, e esta é uma das preocupações, ao entrar na corrente sanguínea estes compostos alcançam todos os órgãos do corpo humano. Por isso em relação a segurança destes produtos Reis (2011) reconhece que:

[...] torna-se relevante identificar a diferenciação dessa tecnologia em produtos cosméticos que dizem conter princípios ativos nanoencapsulados para não tornar-se apenas estratégia de marketing. Em decorrência desse fato, é necessário compreender as vantagens, aplicações, segurança e possíveis riscos dos nanocosméticos (REIS, 2011, p. 2).

A falta de regulamentação pelos órgãos competentes e a desinformação por parte dos consumidores gerou uma preocupação com a presença de nanoestruturas em cosméticos, e é evidenciada por Reis (2011) e apresentada pelo Grupo ETC<sup>5</sup>.

Governos, indústrias e instituições científicas permitiram que produtos nanotecnológicos chegassem ao mercado sem que houvesse o debate público e sem regulamentação. E estima-se que aproximadamente 475 produtos contendo partículas em nanoescala, inclusive não regulamentada e não mencionadas nos rótulos já estão comercialmente disponíveis, incluindo cosméticos (REIS, 2011, p. 6).

Essa tecnologia é muito recente e ainda não sabemos quais serão os efeitos com o acúmulo dessas nanoestruturas no organismo ao longo do tempo. Reis (2011, p. 5) afirma que, "existem nanocosméticos que estão disponíveis no mercado e provavelmente estão sendo utilizados sem que o consumidor tenha algum conhecimento sobre as controvérsias científicas em relação há possíveis riscos". Por isso a necessidade de alfabetizar científica e tecnologicamente estudantes frente a essa temática, e ainda mais os de um Curso Técnico em Estética.

# Metodologia

Esta pesquisa configurou-se como qualitativa visto que, buscou um aprofundamento em torno da descrição dos dados coletados, com a preocupação de "compreender e explicar a dinâmica das relações sociais que, por sua vez, são depositárias de crenças, valores, atitudes e hábitos" (MINAYO, 2002, p. 24). A coleta de dados deu-se em uma Escola Técnica particular do interior do Rio Grande do Sul, localizada na

zona central do município, que oferece entre outros o Curso Técnico em Estética. A intervenção deu-se durante as disciplinas de Cosmetologia II e Química Aplicada, que possuem como objetivo de ensino: oportunizar as principais noções da aplicação e efeito dos produtos cosméticos, e suas diferentes formas de apresentação a fim de interpretar sua formulação; e objetivo de aprendizagem: identificar as substâncias químicas mais utilizadas nos produtos cosméticos e suas funções, e também desenvolver melhores habilidades voltadas para as práticas de cosmetologia, justificando o aprofundamento do tema abordado. A turma foi composta por nove estudantes, todas mulheres com idades que variam dos vinte aos guarenta anos. Quanto à formação delas, uma já possuí graduação, quatro já possuem uma formação técnica (todas já fizeram pelo menos um curso profissionalizante na área de estética), duas delas já estão há alguns anos inseridas no mercado de trabalho da estética, as demais estão buscando dar os primeiros passos. Todas almejam a certificação na área técnica. Para que as suas vivências, experiências e práticas sejam melhor compreendidas a intervenção foi dividida em dois encontros, e os instrumentos utilizados para a obtenção de dados foram: a) sondagem de opinião na forma de questionários semiestruturados, b) registro de pesquisa de campo; c) relatório escrito produzidos pelas estudantes sobre a aplicação das atividades, descrevendo as possíveis dificuldades e/ou descobertas encontradas sobre nanocosméticos; d) áudios relatos da professora pesquisadora.

Como procedimentos analítico, utilizou-se a análise de conteúdo de Bardin (2009), que em síntese, compreende três etapas distintas. Na primeira, pré-análise, ocorreu a sistematização das ideias, transcrição dos áudios relato da pesquisadora, leitura dos materiais e anotações sobre os encontros, constituindo o corpus da pesquisa. Na segunda etapa, exploração do material, realizou-se a organização das leituras, encaminhando para possível construção das categorias. Já na terceira etapa, tratamento dos resultados obtidos e interpretação, estabeleceram-se categorias analíticas confrontando com as dimensões teóricas. Para resguardar a identidade das estudantes, as mesmas foram representadas pela letra A seguida de um número.

A intervenção começou com a professora pesquisadora que fez uma breve explanação sobre o tema e sobre como a intervenção pedagógica transcorreria. As atividades realizadas estão descritas a seguir:

Encontro I: a) Questionário diagnóstico: foi formulado com a intenção de compreender o conhecimento das estudantes sobre a presença das nanopartículas em cosméticos e trouxe quatro questões: Quais as funções das nanopartículas? Em quais cosméticos estão empregadas? Quais benefícios e/ou consequências do uso contínuo de um produto que contenha essas estruturas? b) Vídeos sobre o emprego da nanotecnologia nos cosméticos: A professora pesquisadora pediu que as estudantes olhassem os vídeos e fizessem anotações sobre o que lhes chamou atenção. O primeiro<sup>6</sup>, Nanotecnologia e os dermocosméticos, apresentou os benefícios que os nanocosméticos trazem para a área estética, evidenciando os ativos que mais utilizam dessa tecnologia; o segundo<sup>7</sup>, Nanotecnologia aplicada aos cosméticos, fala sobre o emprego dos compostos nanotecnológicos em produtos cosméticos, o que diz a legislação e os possíveis danos à saúde humana e ao meio ambiente; c) Debate sobre os conceitos abordados: cada estudante apresentou seus apontamentos feitos durante os vídeos evidenciando as dúvidas e opiniões, expondo individualmente o seu ponto de vista frente a temática; Para o fechamento do encontro, d) Foi solicitado para o próximo um levantamento na internet sobre os produtos cosméticos que evidenciam a presença no rótulo ou na composição do uso da nanotecnologia.

Encontro II: a) Socialização da pesquisa requerida na aula anterior, a fim de relatar os procedimentos realizados na busca dos produtos e quais os cosméticos encontrados com essa tecnologia; b) Leitura dialogada do artigo "O uso da nanotecnologia na formulação dos cosméticos" (GONÇALVES, 2019); c) pesquisa de campo: realizando uma busca por nanocosméticos em uma farmácia próxima à escola, com a orientação que as estudantes anotem as seguintes informações: marca, ativo e função do produto; d) para concluir, as estudantes elaboraram um relatório reflexivo sobre as atividades desenvolvidas e suas percepções sobre o tema abordado. No final de cada um dos encontros a professora pesquisadora gravou um áudio relato com suas percepções, eles foram transcritos e fizeram parte do *corpus* da pesquisa.

# Análise e reflexões

As análises permitiram sistematizar duas categorias que expressam as compreensões das estudantes sobre a utilização das nanopartículas em cosméticos: a) Visão ingênua sobre nanopartículas em cosméticos; b) Implicações da CT nos produtos que utilizam nanopartículas; as quais serão exploradas a seguir:

#### Visão ingênua sobre nanopartículas em cosméticos

Nessa primeira etapa, quando questionadas sobre "Quais os benefícios e/ou consequências do uso contínuo de nanocosméticos?", as respostas das estudantes parecem ser coerentes com uma visão de senso comum sobre a nanotecnologia, todas focaram suas respostas nas vantagens do uso. Em nenhum momento questionaram sobre possíveis malefícios na sua utilização, demonstrando total desconhecimento sobre as desvantagens, como pode-se observar nos trechos extraídos dos questionários: "Muitos benefícios se for aplicado por um profissional, também reduz os riscos." (A1); "Ajuda a penetrar mais profundamente e com mais eficácia os produtos." (A2); "Pela penetração de mais partículas os produtos agem com mais eficácia." (A3);" Com o uso contínuo, há uma melhora no aspecto da pele." (A4). Percebe-se uma visão que se aproxima da concepção de uma ciência neutra, em que não se questiona os riscos para os consumidores e para meio ambiente, bem como na produção e descarte desses materiais. Para Auler e Santos (2011), essa concepção está relacionada a uma ilusão sobre o progresso, que já demonstra sinais alarmantes de limites materiais. O progresso, segundo o autor, foi associado a uma progressão linear entre conhecimento e condição social, com isso, esqueceu-se que nenhum conhecimento é neutro, pois possui valores internalizados, que inviabilizam o progresso social para todos. Portanto, o uso de tais cosméticos, em uma visão ingênua, contribui para permanecerem ausentes discussões sobre as atribuições de CT, conferindo apenas vantagens. Para Dupas (2012), progresso significa conseguir transformar os mais diversos produtos em objetos de desejo do maior número de pessoas, sendo que a manipulação midiática conduz esse processo. A grande maioria da população consome o que lhes é imposto pela mídia sem contestar, tomando decisões sem conhecimento científico e tecnológico. Por isso, a importância de desenvolver junto à escola temas que abordem a realidade da população envolvida.

Sobre a questão: "Quais as funções das nanopartículas?" Todas as estudantes responderam que são partículas muito pequenas, por isso penetram melhor na pele, e complementam dizendo que, por terem essa característica, são mais eficazes. Além disso, todas elas citaram que as nanopartículas são empregadas principalmente para a área facial, seguida de corpo e cabelos. É possível perceber certa confiança por parte delas nos produtos, direcionando uma atenção especial aos cuidados com o rosto, aspecto que demonstra um impacto do mercado de produtos de beleza no

gênero feminino, já que grande parte dos cosméticos é utilizado por estas. Sobre essa questão, Auler e Santos (2011) menciona que há uma contradição, pois são criados desejos infinitos (por meio de campanhas publicitárias) para um mundo finito. Isso se traduz em uma satisfação cada vez mais efêmera, pois o consumidor deve estar constantemente insatisfeito, alimentando a necessidade de adquirir um novo produto, contribuindo para a reprodução do capital. Por isso, Santos (2002, p. 5) coloca que a Educação CTS contribui para construir um processo de aprendizagem que favoreça uma leitura crítica da realidade, e complementa mencionando que ela auxilia "o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões". No geral, os processos educativos, segundo Auler e Santos (2011), permanecem ausentes em discussões que favoreçam essa formação crítica. O autor menciona que o resultado da reprodução do capital sem limite traduz-se em degradação ambiental crescente, cuja finitude poderá frustrar os desejos consumistas que são constantemente renovados. À medida que a escola se mantém omissa em relação a essas questões automaticamente está contribuindo para o esvaziamento do conceito de cidadania.

Ainda no encontro I, a partir da exibição dos vídeos, surgiram discussões sobre possíveis malefícios da utilização das nanopartículas em cosméticos. Muitas identificaram alguns ativos que são submetidos a essa tecnologia, afirmando que já utilizaram produtos que continham os mesmos, porém, não souberam indicar se esses produtos eram nanocosméticos. Sobre isso elas mencionaram: "Como assim pode fazer mal a saúde? Eu nunca ouvi falar isso." (A8); "Mas também se eu for atrás de tudo que falam que faz mal eu não uso mais nada." (A4). Cada aluna expôs seus questionamentos e posicionamentos, era nítida a desacomodação que as informações dos vídeos causaram. A intenção nessa atividade era que tomassem consciência sobre o que é um nanocosmético em sua complexidade, dando subsídios para que elas pudessem ressignificar os seus conhecimentos sobre nanotecnologia. Depois dessa atividade notou-se a mudança do foco dos questionamentos das estudantes sobre a nanotecnologia, antes era sobre as vantagens do uso e depois passou a ser sobre questões mais amplas, como exemplo: "Se pode ter desvantagens para a saúde porque não consta no rótulo essa informação?" (A5); "Por que ainda não existe uma legislação específica para a área da nanotecnologia?" (A6); "As desvantagens são preocupantes tanto para as pessoas quanto para o meio ambiente!" (A7). Por isso, o

trabalho realizado na perspectiva de uma Educação CTS, segundo Chrispino (2017), possibilita reafirmar/reformular concepções a partir da fala do outro. Esse momento de trocas é rico na construção do processo de conscientização das estudantes, visto que as mesmas tiveram a oportunidade de expor suas visões e ter contato com pontos de vista diferentes.

No encontro II as estudantes socializaram com a turma sua busca na internet por produtos que pudessem ter o emprego da nanotecnologia. Relataram que tiveram dificuldades em encontrar cosméticos com essa característica explicitada no rótulo. Na grande maioria foram encontrados cosméticos de uso profissional, para o uso facial e capilar, além disso, relataram o emprego em roupas, aparelhos domésticos, entre outros produtos. Na visita à farmácia não foram encontrados produtos que possuíssem na embalagem a descrição da presença de nanoestruturas, nem no rótulo principal, nem na composição. Em conversa com o farmacêutico e atendentes, questionamos sobre a venda dos nanocosméticos e foi-nos relatado o seguinte: "lembramos somente de um produto que está explícito no rótulo, mas no momento está em falta". Esse produto era para uso facial de uma marca importada. Isso demonstra uma fragilidade relacionada à legislação que autoriza a comercialização desses produtos sem a devida identificação. Como não existe no Brasil uma legislação específica para a produção de nanocosméticos, cabe a cada fabricante determinar se irá informar ou não a presença desses nos rótulos, ceifando o direito dos consumidores de escolha. Em artigo relacionado, Oliveira (2017, p. 4) ressalta que, "a formação crítica pode proporcionar às pessoas embasamento para discutir, analisar e exigir leis que gerenciam as produções e resíduos das indústrias de cosméticos". Por isso, processos formativos que permitam realizar uma leitura coerente da realidade contribuem para essa formação crítica, já que problematizam questões até então silenciadas, como os impactos econômicos e ambientais que a indústria dos cosméticos mobilizam. No geral, essas discussões estão ausentes na maior parte das instituições escolares, de modo que essas na medida em que mantém a perspectiva de currículo tradicional vigente, perpetuam valores coerentes com a competição e consumismo, ainda que não tenham clareza sobre essas questões.

Em síntese, pode-se dizer que as estudantes possuem uma visão acrítica sobre as utilidades e implicações das nanopartículas em cosméticos, o que é compreensível tendo em vista as informações e conhecimentos novos que demandam. Tais conhecimentos certamente não estão cristalizados nos currículos escolares de forma hegemônica, sinalizando a necessária renovação dos mesmos, bem como dos conceitos estudados. Além disso, é importante salientar que diversas temáticas envolvendo CT estão ausentes nas discussões em processos educativos, talvez porque demandem novos conhecimentos e novas formas de abordagem. O interessante foi que no final dos encontros as estudantes relataram que a intervenção foi de grande valia, inclusive trouxeram sugestões de outros temas para serem trabalhados nesta perspectiva, demonstrando interesse em conhecer mais sobre os assuntos relacionados à sua profissão e as possíveis implicações desses para si e seus futuros clientes.

#### Implicações da CT nos produtos que utilizam nanoestruturas

A leitura dialogada do artigo trouxe vários elementos novos que foram somados aos já existentes. Ao longo da leitura surgiram muitas dúvidas sobretudo no significado das palavras, provavelmente por ser um artigo técnico. Essas dúvidas, na medida do possível, foram esclarecidas pela professora ou em pesquisa na internet. Como eram muitas informações novas é possível que algumas só tenham feito sentido no desenvolvimento do curso e ao longo de suas carreiras profissionais. Todas as estudantes participaram com atenção, colaboração e interesse, certamente pela temática dos nanocosméticos fazerem parte do seu cotidiano tendo em vista que a maioria já atuam na área do embelezamento. Segundo Santos (2002) atividades em sala de aula que proporcionam a discussão de temas controversos, reais da sociedade e relevantes para os grupos envolvidos, podem desenvolver habilidades e atitudes que levam os estudantes a uma tomada de decisão com conhecimento. Auler e Santos (2011) menciona que, talvez os conteúdos conceituais tradicionalmente trabalhados nos currículos escolares não supram o surgimento de novas temáticas a serem discutidas, a exemplo da nanotecnologia. Essa situação parece demonstrar sua fragilidade porque constitui conhecimentos historicamente silenciados, que nunca foram admitidos como demandas de pesquisa, justamente por não atender aos interesses de uma parcela superior da sociedade que prioriza o lucro.

Ao analisar os relatórios observou-se a falta de conhecimento sobre a ciência que envolve os nanocosméticos, sobre a subdivisão das nanoestruturas e as indicações de tamanho das partículas relacionadas à sua utilização nos cosméticos, conforme os relatos das estudantes a seguir: "Eu não tinha conhecimento que as nanoestruturas tinham diferentes tamanhos." (A7); "Então, cada tipo de nanoestrutura

ajuda a permear diferentes tipos de ativos?" (A5); "Nunca tinha ouvido falar em nanômetro!" (A4). E talvez o mais preocupante seja o desconhecimento total das desvantagens no uso destes nanocosméticos e de como identificá-los nas prateleiras. As dificuldades observadas durante os encontros pode-se justificar pela carência de implementação nos currículos da Educação básica do ensino CTS, percebe-se que as estudantes não possuem uma visão crítica demonstrando passividade frente a problemática do tema exposto. Provavelmente isso deva-se infelizmente ao ensino bancário, modelo de ensino ainda encontrado nos dias de hoje, o qual o estudante tem uma participação passiva no seu processo de aprendizagem, e somente acata o que lhes é imposto pelo professor, aquele que detém o conhecimento (FREIRE, 2014). Das estudantes participantes da pesquisa somente uma havia concluído a educação básica em escola particular, e para a pesquisa esse fato não foi relevante, tendo em vista que o comportamento das estudantes frente às problemáticas apresentadas foi muito semelhante umas das outras. Para Santos (2002) "uma reforma curricular CTS implica em mudanças de concepções do papel da educação e do ensino das Ciências", o mesmo ainda sinaliza para um ensino CTS circular, contínuo, aberto em constante construção indo além dos temas.

Nos relatórios entregues pelas estudantes foi observado que os assuntos abordados chamaram muita atenção, visto que elas não possuíam conhecimento aprofundado sobre o tema, por isso surgiram várias opiniões, tais como: "Partículas muito pequenas que penetram na pele e entram na corrente sanguínea para que façam seu trabalho, porém assim como tem seus prós tem seus contras." (A8); "Em algumas embalagens vem descrito que possui nanotecnologia, o que valoriza muito o produto fazendo com que ele se torne um pouco mais caro." (A9); "Fiquei muito preocupada com as desvantagens no uso, como isso não é divulgado para o consumidor?" (A1). Uma das estudantes manifestou suas inquietações: "Então será que os produtos nanoparticulados são realmente bons ou não? Será que seus benefícios valem a pena ou não?" (A1). A colocação da estudante parece ser coerente com uma visão utilitarista dos produtos de CT, em que apenas avalia-se possíveis vantagens e desvantagens. Essa concepção tem sido, segundo Auler e Santos (2011), hegemônica, visto que atende as demandas de um sistema tecnocrático, que visa ao lucro e reforça valores internalizados como o individualismo.

De forma geral, pode-se dizer que as compreensões das estudantes são coerentes com uma visão simplista relacionada à CT, em que apenas ocorre a avaliação da

sociedade sobre produtos disponíveis no mercado (como os nanocosméticos), ou seja, os sujeitos não participam, efetivamente, de processos de decisão sobre a elaboração de tais produtos, tampouco das implicações que esses podem acarretar em relação às questões sociais e ambientais. Os assuntos que mais se repetiram nos relatos foram: dificuldade na identificação de nanoestruturas nos cosméticos; os diferentes tipos de apresentação das nanoestruturas; as vantagens e desvantagens no uso destes nanocosméticos; a falta de informação e regulamentação nos órgãos competentes; preocupação com o uso em humanos e consequências no meio ambiente. Com isso abriu-se um leque de possibilidades de assuntos para serem trabalhados em sala de aula, trazendo temas relevantes e de interesse para esses futuros técnicos. A partir disso constatamos que essa intervenção seguirá reverberando para além da sala de aula. Sasseron e Carvalho (2011, p.15), afirmam que "É necessário desenvolver atividades em sala de aula que permitam as argumentações entre alunos e professores em diferentes momentos da investigação e do trabalho envolvido". Ela ainda afirma que "tão importante quanto as discussões são os temas discutidos e os rumos que a discussão toma ao longo das colocações".

Essa abordagem oportunizou às estudantes a construção de conhecimentos e envolvimento em todas as atividades propostas, alcançando assim, o objetivo de desacomodar o seu pensamento frente a um tema com implicações sociais, presente na sua profissão e alfabetizando-as cientificamente. Em estudo relacionado, Pauletti (2019, p. 325) corrobora com nossa intervenção, indicando que nós professores e a escola precisamos, "atender as demandas estudantis, considerando os interesses e desejos de aprender dos estudantes e pode sim contribuir para a formação de jovens críticos, criativos, que saibam identificar, levantar e resolver problemas."

# Considerações finais

RBECM, Passo Fundo, v. 4, n. 1, p. 410-429, jan./jun. 2021

Este estudo, que buscou perceber as compreensões de estudantes sobre nanoestruturas em cosméticos, oportunizou momentos que levaram as futuras técnicas em estética à reflexão quanto à compra e ao uso desses produtos. A partir do exposto foi permitido identificar uma visão simplista sobre a aplicação da nanotecnologia em cosméticos. A concepção das estudantes aproximou-se também de uma compreensão ingênua relacionada à CT, já que as mesmas, não problematizam implicações do uso da nanotecnologia para a saúde humana. Pode-se dizer que tais visões são

coerentes com lacunas já naturalizadas nos currículos escolares, como a ausência de discussões sobre produtos da CT em propostas educativas. Este fato resulta na formação de cidadãos com uma visão acrítica que aceitam sem questionar tudo que lhes é imposto. Além disso, a falta de uma legislação que ampare os consumidores e profissionais da área estética sobre as vantagens e desvantagens do uso desses produtos, deixa uma lacuna facilmente preenchida pelo consumismo, que incentivado pela mídia tem um importante papel na formação de consumidores e profissionais da área da beleza menos reflexivos.

Apesar disso, é importante salientar que a proposta desenvolvida com as estudantes de um Curso de Estética possibilitou outra perspectiva de formação para as mesmas, já que vinculou conteúdos às situações reais da futura profissão, estimulando-as a buscar o conhecimento necessário para entendê-los, bem como abrindo espaço em sala de aula para debates de questões sociais em uma formação crítica. Essa formação só foi possível com a aproximação de temas de relevância social com os conteúdos específicos abordados em aula, deixando o ensino mais significativo. Também pondera-se que as estudantes demonstraram indícios de um despertar para o pensar de forma crítica e questionadora sobre os produtos que envolvem sua profissão, visto que, manifestaram interesse quando levaram ideias de outras temáticas relacionadas para serem trabalhadas em sala de aula. Ressalta-se que a intervenção realizada também contribuiu para subsidiar as estudantes para participação e tomada de decisões sobre suas vidas de forma consciente, exercendo seu direito à cidadania.

Diante do exposto, argumenta-se para que processos técnicos formativos considerem aspectos da Educação CTS em seus currículos, para a formação de indivíduos conscientes do seu papel na sociedade, com uma visão ampla dos reais problemas vivenciados nas suas profissões e as implicações destes na atualidade e ainda com conhecimento técnico para uma tomada de decisão consciente sobre o que lhes é ofertado.

Nanostructures in cosmetics: Thoughts of technical course students and the implications of Science and technology in the products that make use of nanoparticles

#### **Abstract**

This paper aims at discussing the esthetics course students' awareness about the nanostructures contained in the cosmetic's formulation, by the perspective of a scientific literacy and science implications and science and technology on the products that make use of them. This qualitative research was done in two intervention studies, which provided materials through survey questionnaires, videos, articles, reports and researches so that a debate could arise. With all these contributions, the intention was that the students could formulate a debate and thinking process on the nanocosmetics consumption in their daily lives. From the material data analysis collections, two categories have emerged: A naive vision on the nanoparticles in cosmetics and science and technology Implications on the products using nanoparticles. In the first part, a student's simplistic view on this reality has been noticed. They have not even discussed the use of these nanocosmetics and their potential harm to the human and the environment health, demonstrating a superficial knowledge on the theme. However, from an intervention, they had the opportunity to reorganize, re-elaborate and redefine their comprehension of the nanotechnology presence in cosmetics. Regarding the implications, it was noticed that a lack of Science and technology interrelated knowledge with reality, creates uncritical professionals and unaware of their rights and obligations as citizens. From the aforementioned, it is concluded that it is necessary that formative technical processes take into account Society, Technology and Science Education Aspects in their syllabuses, in order to form individuals aware of their role in the society, bringing a wide view of the real life problems faced in their field area, being able to measure these professional-ethics and also create the so necessary technical knowledge to take the conscious decisions.

Keywords: Nanostructure. Scientific literacy. STS.

### Notas

- "Termo criado na década de 1980 pelo dermatologista norte-americano Albert Kligman para definir produtos cosméticos que possuem em sua formulação princípios bioativos, com propriedades terapêuticas, porém em concentrações menores que as utilizadas em medicamentos. Atualmente, esses produtos são chamados de dermocosméticos" (MATOS, 2014, p.17).
- <sup>2</sup> (nm) Unidade de medida de nanômetro conforme o Sistema Internacional de Medidas.
- <sup>3</sup> Pequeno cilindro de matéria sebácea que se forma na abertura de algumas glândulas sebáceas, popularmente conhecido por cravo.
- Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=f3e51RH5cMI
- O Grupo ETC. (Grupo de Ação sobre Erosão, Tecnologia e Concentração), antiga RAFI, é uma organização internacional da sociedade civil, com sede em Ottawa, Canadá, que atua desde a década de 70, dedicando-se à conservação e ao fortalecimento da diversidade ecológica e cultural e aos direitos humanos. Disponível em: http://www.lpm.com.br/site/default.asp?Template=../livros/layout\_produto.asp&CategoriaI-D=723626&ID=838111 Acesso em: 10 jul. 2019.
- 6 Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=7fznG2\_TLnE
- Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=qGqNsO-WOgk

#### Referências

Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos - ABIHPEC. **Panorama do setor: higiene pessoal, perfumaria e cosméticos.** ABIHPEC, 2013. Disponível em: abihpec.org.br Acesso em: 09 dez. 2019.

Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos - ABIHPEC. Caderno de tendências: higiene pessoal, perfumaria e cosméticos 2019-2020. Disponível em: https://abihpec.org.br/publicacao/caderno-de-tendencias-2019-2020/ Acessado em: 09 mar. 2020.

AULER, Décio. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: SANTOS, Wildson; AULER, Décio. (orgs). CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Universidade de Brasília, 2011.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Pesquisa** em Educação em Ciências, v. 3, n. 1, p. 122-134, 2001.

BARDIN, Laurence. Análise de Conteúdo. Lisboa, Portugal; Edicões 70, LTDA, 2009.

BARIL, M.; FRANCO, G.; VIANA, S.; ZANIN, Sandra. Nanotecnologia aplicada aos cosméticos. Visão Acadêmica. Curitiba, v. 13, n. 1, pp. 45-54, jan-mar/2012

CHRISPINO, Alvaro. CTS e a Técnica da Controvérsia Controlada. In: Introdução aos Enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – na Educação e no Ensino. Madri: Documentos de trabajo de Iberciencia, 2017.

DESLANDES, Suely Ferreira **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. Suely Ferreira Deslandes, Otávio Cruz Neto, Romeu Gomes; Maria Cecília de Souza Minayo (Organizadora). - Petrópolis, RJ: Vozes, **21º edição**, 2002.

DUPAS, Gilberto. 2006. **O mito do progresso: ou progresso como ideologia**. São Paulo, UNESP, 309 p

FREITAS, Denise de; VILLANI, Alberto; ZUIN, Vânia Gomes; REIS, Pedro; OLIVEIRA, Haydée Torres de. A natureza dos argumentos na análise de temas controversos: estudo de caso na formação de pós-graduandos numa abordagem CTS. In: **Colóquio Luso-Brasileiro sobre questões curriculares**, 3, 2006. Braga, Portugal. Anais do III Colóquio Luso-Brasileiro sobre Questões Curriculares, Braga, Portugal, 2006.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 48. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2014.

GONÇALVES, Leociane de Souza; Mejia, Dayana Priscila Maia. **O uso da nanotecnologia na formulação de cosméticos.** Pós-graduação em Fisioterapia Dermatofuncional – Faculdade Cambury. Disponível em: https://docplayer.com.br/4211147-O-uso-da-nanotecnologia-na-formulação-de-cosmeticos.html Acesso em: Maio de 2019.

GRUPO ETC. Grupo de Ação Sobre Erosão, Tecnologia e Informação (org). **Nanotecnologia: os riscos da tecnologia do futuro**. Porto Alegre: L&pm, 2005.

HUPFFER, Haide Maria; LAZZARETTE, Luisa Lauermann; Nanotecnologia e sua regulamentação no Brasil. **Rev. Gestão e Desenvolvimento**. V. 16 n.3 p.153-177 set/dez. 2019 Disponível em: https://doi.org/10.25112/rgd.v16i3.1792 Acesso em: 02 mar. 2020

Nanoestruturas em cosméticos: O que pensam estudantes de um curso técnico e as implicações da Ciência e...

ILHA, Gisandro Cunha; MUENCHEN, Cristiane. Ciência, Tecnologia e Sociedade a partir das concepções dos alunos de um curso superior de tecnologia. **Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI**, Erechim, v. 12, n. 23, pp. 50-59, out/2016.

OLIVEIRA, Ana Carolina Dias de; MILARÉ, Tathiane. Consumismo e cosméticos no ensino de química: avaliação das contribuições da abordagem CTS. Anais. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, jul/2017.

Pauletti, Fabian; Galle, Lorita Aparecida Veloso. A abordagem Ciência-Tecnologia- Sociedade-Ambiente a partir de perguntas dos estudantes sobre combustíveis **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, **v. 2**, n. 2, p. 310-327, jul./dez. 2019

REIS, Anne Desireé Figueiredo; SILVESTRIM, Marcela Bruschin; SILVA, Daniela da. Nanotecnologia aplicada a cosméticos: avaliação da rotulagem de cosméticos em nanotecnologia. 2011. Trabalho de Conclusão Curso (Curso de Tecnologia em Cosmetologia Estética). UNIVALI, Balneário Camboriú, Santa Catarina, 2011.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência e Educação**, Bauru, n.1, v. 7, pp. 95-111, 2001.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (ciência – tecnologia – sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, n. 2, v. 2, dez/2002.

SASSERON, Lúcia Helena; Carvalho, Anna Maria Pessoa de; Alfabetização Científica: Uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências** – V16 (1), pp. 59-77, 2011.

STATNANO. **Nanotechnology in Products Database** Disponível em: https://product.statnano.com/industry/47/more Acesso em: 18 Dez 2019