

**XVIII Congresso Brasileiro de Sociologia**

**GT - 24 Ciência, tecnologia e inovação social**

**Título: Ciência, Inovação e Tecnologia: Avanços Nanotecnológicos no campo da Alimentação**

**Tania Elias Magno da Silva - Universidade Federal de Sergipe – UFS,**

**26 a 29 de julho de 2017 – Brasília DF**

## **Abstract**

This paper discusses the social impacts that can be generated against advances in the field of nanotechnologies, when used in food production and its relation with food safety. Based on Morin's, E; Beck Ulrich; Baumann, Z; Giddens, A, critical thinking; Among other scientists and scholars who question the crossroads that the current stage of technoscientific development has placed us and what the future can reserve for us, we begin with not dissociating modernity from development and progress, the latter translated by the advances of scientific knowledge and Achievements in the technological field, because they are processes intertwined and interdependent. It seeks to answer the following questions: Are the use of nanotechnologies in food production the answer to the problem of food scarcity in the world? What benefits can it bring? What are the environmental and human health risks involved in this type of food? Are we really facing a new revolution in food production? What is the relationship between nanotechnology and food safety? In answering these questions, we assume that the development of science and technology depends heavily on financial investments and that there is an interdependence between technology and society, as well as a close relationship between knowledge production, new technologies and the market.

**Key Words:** Nanotechnology, Innovation, Food, Development, Market

## **Introdução**

Os avanços no campo tecnocientífico têm trazido novos desafios para os diferentes campos de estudo, em especial para as Ciências Humanas e Ciências Sociais, na medida em que conhecimentos científicos e tecnológicos de áreas de fronteira aceleram sua entrada no mundo da vida através de inovações tecnológicas e organizacionais. Diferentes dimensões da vida social têm sido afetadas por esses avanços no campo da tecnociência, novos padrões de conduta, hábitos, gostos, novas exigências em termos de consumo, novos valores culturais emergem em decorrência das transformações provocadas por estes avanços, bem como frente as inúmeras possibilidades de escolha em termos de consumo que são apresentadas à sociedade para solucionar vários problemas que aflingem as pessoas em diferentes partes do mundo, entre estes

se destacam os referentes a poluição, energia, comunicação, novos materiais e alimentação. Essas conquistas trazem como consequência um novo campo de disputa de poder.

Neste rol de conquistas destacam-se os alimentos transgênicos e os denominados nanofoods, apresentados e defendidos como solução para inúmeros problemas no campo alimentar, como é o caso da fome que ainda grassa no mundo. A alimentação a base de produtos oriundos da transgenia já é uma realidade que está na mesa das pessoas, seja no consumo direto dos grãos ou indiretamente como componente de diversos outros alimentos. É preciso não esquecer que as rações alimentares dos animais e pescados que são vendidos são compostas de grãos oriundos da transgenia, em especial a soja e o milho.

Enquanto defensores e detratores dos OGMs e dos nanofoods vêm travando uma dura batalha em defesa dos seus argumentos, boa parte da população mundial já está consumindo esse tipo de alimentação sem saber o que consome e de poder escolher se quer ou não ter esse tipo de alimento em suas refeições. Em alguns países, como é o caso do Peru e recentemente da Bolívia, os produtos e grãos transgênicos tem sido barrados mas este não é o caso do Brasil, que além de ser o segundo maior produtor de grãos transgênicos no mundo, recentemente, por uma decisão da Câmara dos Deputados, viu a lei que obrigava os produtos a informarem no rótulo se esses eram transgênicos, ser abolida, negando ao consumidor o direito à informação, numa resposta direta aos interesses e a pressão da agroindústria.

A discussão e preocupação em relação aos chamados nanoalimentos não é diferente do que a que vem sendo travada em relação aos transgênicos, pois esta é ainda uma área mais nebulosa em termos de certezas sobre a real capacidade nutritiva desses alimentos, bem como ignora-se o potencial tóxico dos mesmos com consequentes riscos para a saúde humana e o meio ambiente, bem como inexistem marcos regulatórios que deem segurança ao consumidor.

Frente a imensa propaganda de que este tipo de alimento é a solução para os problemas alimentares no planeta, cabe interrogar: Transgênicos e nanoalimentos são de fato solução para os problemas de alimentação e nutrição

no mundo? Podem acabar com a fome que ainda grassa no planeta? Estão isentos de riscos para a saúde e o meio ambiente? Qual o custo social dessa empreitada? Quem ganha e quem perde? Ou melhor, com quem ficam os bônus e com quem se divide os ônus?

Há, sem dúvida, muito que se discutir a este respeito, porque as possibilidades de conquistas alimentares apresentadas em relação aos transgênicos e ao emprego de nanotecnologias na produção alimentar tem sido acompanhada igualmente pelos riscos<sup>1</sup> que cercam este tipo de produto, visto não haver certeza científica sobre a extensão dos efeitos tóxicos gerados a partir do momento em que as nanopartículas interagem com o ambiente e o ser humano. As pesquisas sobre nanotecnologia e sua aplicação na cadeia alimentar são, contudo, promissoras, começando na agricultura e se estendendo para a indústria de alimentos e embalagens. Os horizontes que estão presentes no momento da utilização da nanotecnologia parecem ser infinitos e aqui reside o problema: há limites para a criatividade humana? Há limites para o uso dos recursos naturais pelo ser humano? A sociedade não deveria participar dos debates e decidir qual tecnologia quer?

### **Nanotecnologia: o que é?**

Esta é uma pergunta que muitas pessoas fazem ao ouvir o termo nanotecnologia. Em essência a nanotecnologia não é uma tecnociência própria, mas a possibilidade de manipular tecnicamente os elementos constituintes da matéria em escala nanocóspica, isto é, elementos com nanômetros de diâmetro. Nano é uma medida, não um objeto. (VON HOHENDORFF, 2014) Um nanômetro equivale a um bilionésimo de metro ( $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$ ). Nessa dimensão pode-se construir artefatos molécula a molécula, obtendo-se com isso resultados até então imaginados apenas pelos autores de ficção científica, o que nos leva a refletir sobre a afirmação feita pelo escritor de ficção científica Arthur Clarke, de que qualquer tecnologia suficientemente avançada é indistinguível da magia (TOMA, 2004).

As nanotecnologias prospectam a produção de objetos, equipamentos e

---

<sup>1</sup> O conceito de risco aqui empregado tem como referência os estudos feitos por Ulrich Beck em Sociedade de Risco. Rumo a uma outra modernidade. (2011).

produtos que estão aproximadamente em torno da escala de 1 a 100 nanômetros (nm), ou seja,  $10^{-9}$  de ordem de grandeza. Apesar desta padronização ainda não estar suficientemente esclarecida, já se sabe que ocorrem modificações nas propriedades dos produtos quando examinados, manipulados ou consumidos nesta escala. (ENGELMAN, 2010). A verdade é que os avanços das pesquisas em nanotecnologia parecem prometer um novo tipo de revolução científica e industrial (GALLO, 2007). Para algumas áreas do conhecimento como a química, a física e a biologia, o avanço neste campo representa um poderoso incremento e revitalização de suas ciências.

A nanotecnologia nada mais é do que uma ferramenta, ainda que uma ferramenta de extrema utilidade, para o aprimoramento de tecnociências já existentes, como a engenharia genética e a robótica. Uma das oportunidades e dos desafios da nanotecnologia é lidar com as alterações que certas substâncias apresentam em suas propriedades quando manipuladas nessa escala. Um metal inofensivo em escala padrão pode tornar-se altamente tóxico quando manipulado em escala nanométrica. Em alguns casos, por outro lado, há um aumento significativo na eficácia de certos produtos, como remédios e alimentos.

Como uma tecnologia de ponta, que já tem inúmeras aplicações em vários campos do conhecimento, apresenta-se do ponto de vista do mercado como um investimento seguro e do futuro. Neste sentido, é preciso discutir as questões éticas e legais que devem regular o uso das nanotecnologias, pois não há certezas quanto as consequências que o emprego das nanotecnologias possa ter para a saúde das pessoas ou para o meio ambiente. Trabalha-se neste campo ainda com muitas incógnitas.

### **Nanotecnologia e os interesses do Mercado**

Consideradas por muitos estudiosos como uma nova revolução científica (MARTINS, 2005, 2008) as nanotecnologias têm movimentado cada vez mais um montante considerável de capital e despertado interesses conflitantes por todo o mundo. As perspectivas são de que, ainda nessa década, sejam investidos recursos na casa dos trilhões de dólares anuais neste campo tecnocientífico, mesmo considerando o cenário mais pessimista. Apesar da importância estratégica do setor, e em grande parte por conta dos custos e das

demandas em termos de infraestrutura e formação acadêmica, só uns poucos países têm investido significativamente na pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologia.

Os principais investidores de recursos públicos no setor são os Estados Unidos, o Japão e alguns países da Europa, como Alemanha, a Inglaterra, a França, por exemplo. O mercado consumidor de produtos que contêm nanomateriais está concentrado nessas três áreas: Europa, Estados Unidos e parte da Ásia (mais precisamente o Extremo Oriente). Dessa forma, os maiores produtores acabam sendo também os maiores compradores. Canadá, México e Brasil, os países que mais investem em nanotecnologia depois dos Estados Unidos, não têm uma posição relevante dentro do cenário mundial do setor (SILVA; ENGELMAN; CALAZANS, 2013).

Os resultados já alcançados nesta área já colocaram no mercado consumidor uma série de novos produtos, como os voltados para o esporte, para saúde e beleza, para a construção civil, alimentação, entre outros campos, e claro os artefatos voltados para a indústria da guerra. Os avanços das pesquisas em nanotecnologia parecem prometer um novo tipo de revolução científica e industrial (GALLO, 2007) e para algumas áreas do conhecimento como a química, a física e a biologia, o avanço nestes campos tem representado um poderoso incremento e revitalização dessas ciências. Mas as pesquisas na área da nanotecnologia têm exigido cada vez mais estudos interdisciplinares, abarcando campos do conhecimento diversos como a medicina, diferentes áreas da engenharia, economia, direito, sociologia, antropologia, política entre outras, porque as possibilidades de utilização das nanotecnologias se apresentam como imensas e parecem aos olhos leigos, infinitas e incitam o imaginário coletivo (METHA, 2006).

A nanotecnologia funciona como um catalisador do avanço de diversas tecnociências. Graças a ela, é possível manipular os genes de embriões para selecionar as características genéticas a serem preservadas ou descartadas. Ela também torna possível à robótica a construção de próteses mecatrônicas diretamente conectadas ao sistema nervoso do usuário, garantindo assim o controle cerebral do membro metálico. Para a tecnologia da informação também a nanotecnologia surge como condição indispensável do desenvolvimento de

chips com memória e velocidade em crescimento exponencial.

Graças à microtecnologia, a robótica saltou das fábricas automotivas para os lares ao longo das últimas décadas do século XX, há quem aponte que será graças à nanotecnologia que a mesma robótica, não apenas deixará de produzir robôs limitados a atos repetitivos previstos na programação original, para desenvolver andróides capazes de processar as informações do ambiente de modo a adaptarem seu comportamento, indo além de sua programação básica, como também vem fazendo esses mesmos robôs com autonomia aumentada saltarem das casas das pessoas para dentro de seus corpos.

Existem três tipos de nanopartículas: de origem natural, de origem humana não intencional e as intencionalmente projetadas. Sobre os dois primeiros tipos, pouco se pode fazer e não nos parece oferecer grandes ameaças, uma vez que convivemos com eles desde, pelo menos, o início do uso do fogo pela humanidade (cf., p.ex., SCHULZ, 2009). É sobre as nanopartículas intencionalmente geradas que repousa grande parte das considerações éticas.

### **Nanotecnologia e alimentos: certezas e incertezas**

As pesquisas agrobiotecnológicas avançam nas áreas de alimentação, energia e biomateriais. Os enclaves de alta tecnologia já não são apenas os laboratórios, mas paisagens ditas naturais, como as plantações. O conjunto de premissas de uma cidadania ecológica está conectado ao acesso desigual à saúde e infraestrutura pensada para remediar riscos tecnológicos. No caso das nanotecnologias, elas já são parte integrante da indústria de alimentos. Os alimentos derivados de procedimentos nanotecnológicos ou que incorporem estas tecnologias (geralmente nanomateriais) em algum ponto da cadeia produtiva, como embalagens (JOSEPH & MORRISON, 2006,7), configuram um novo desdobramento dos debates sobre alimentação, comida e tecnologias, tal como os transgênicos.

Quando falamos de produção de alimentos, seja in natura ou industrializado, estamos falando igualmente do conflito latente entre os interesses de mercado e os interesses sociais e devemos agregar nesta discussão os custos socioeconômicos em relação aos danos provocados no meio ambiente a curto, médio e longo prazo. A produção de grãos transgênicos

pode muito bem ilustrar esse alerta. Outro ponto é saber o que está na verdade impulsionando a produção: produzir alimentos para as pessoas para acabar com a fome ou produzir commodities?

Sem entrar na polêmica se os alimentos transgênicos são ou não um perigo à saúde humana e/ou prejudiciais ao meio ambiente, lembremos que a defesa no plantio de sementes transgênicas e mesmo de rações alimentares que se utilizam de grãos oriundos da transgenia se pautam no discurso da maior rentabilidade e de sua resistência a pragas, bem como são apresentados como solução para o problema da fome no mundo<sup>2</sup>.

Quanto a resolver o drama da fome no mundo, as estatísticas divulgadas pela FAO e outras entidades voltadas para a assistência às populações pobres do planeta, têm preocupado a todos e parecem desmentir essa afirmativa.<sup>3</sup>

No caso brasileiro é preciso também estar atento para a facilidade com que a legislação restritiva é alterada. Este é o caso relatado em matéria assinada por Reynaldo Turollo Junior, no jornal Folha de São Paulo, em 02/07/2015, intitulada: “**Governo contraria a lei e libera uso de agrotóxico mais nocivo à saúde**”. A agência justificou a liberação como sendo um “erro”, afirmou que o produto foi classificado como mais tóxico porque não conseguiu fazer os testes corretamente. Agora, mesmo sem parte dos exames, a Anvisa vai reclassificar o produto como menos nocivo, a fim de regularizá-lo. A matéria ainda destaca que para que um defensivo agrícola possa ser comercializado, é necessário a aprovação do Ibama (órgão ambiental), da Anvisa (saúde) e do Ministério da Agricultura, que avalia a eficácia agrônômica e, por fim, emite o registro. Este é um exemplo dos muitos casos que existem.<sup>4</sup>

A indústria alimentar tem utilizado muito a nanotecnologia na produção de vários tipos de alimentos, muitos produtos que hoje estão no mercado, como biscoitos, emulsões, embalagens, já contém elementos nano em sua composição, sem que os consumidores tenham informação do que realmente

---

<sup>2</sup>- Já está sendo produzido uma espécie de salmão resultante da transgenia.

<sup>3</sup> - Segundo o artigo “A situação de Fome no Mundo, publicada em 29/07/2016 e assinada por Rodolfo Almeida e Beatriz Demasi, cerca de 794,6 milhões de pessoas ainda se encontram em estado de subnutrição, o Haiti lidera o ranking, com mais da metade de sua população nessa condição. São 15 os principais países marcados pela fome, ou pode-se dizer, pela insegurança alimentar.

[www.nexojournal.com.br/grafico/2016/07/29/A-situacao-da-fome-no-mundo-hoje](http://www.nexojournal.com.br/grafico/2016/07/29/A-situacao-da-fome-no-mundo-hoje).

<sup>4</sup> - Sobre esta e outras matérias consultar <http://groups.google.com/group/transgen-ufrrj>.



estão comendo.

As maiores áreas da indústria de alimentos beneficiadas com a nanotecnologia são, segundo ASSIS, L. M. et al. (2012): desenvolvimento de novos materiais funcionais, processamento em micro e nanoescala, desenvolvimento de novos produtos e nanossensores para a segurança alimentar. Várias aplicações da nanotecnologia tornaram-se aparentes, incluindo o uso de nanopartículas lipídicas sólidas (NLS), nanoemulsões, nanocápsulas e o uso de nanocompósitos para a embalagem de alimentos. (Op. cit. 101)

As pesquisas nesta área estão buscando formas de transportar nutrientes através de nanomateriais, embalagens baseadas em nano que conservam melhor o sabor e a durabilidade do produto e nanoingredientes que podem se arranjar de diferentes modos de acordo com estímulos externos específicos, como um micro-ondas<sup>5</sup>. Se as pesquisas que estão sendo desenvolvidas forem bem-sucedidas, o alimento pode ter sua cor, sabor e nutrientes alterados de acordo com os requisitos de cada consumidor. Também poderiam ser desenvolvidos filtros para eliminar toxinas ou mesmo modificar sabores retendo substâncias de acordo com o formato de suas moléculas. Uma última possibilidade a ser desenvolvida seria a elaboração de embalagens que podem detectar quando seus conteúdos estão estragados e mudar a cor para assim avisar os consumidores.

Se fizermos um recorte sobre os nanoalimentos, podemos incluir nesta definição não só alimentos e bebidas que têm nanopartículas em sua composição, também tudo o que entrar em contato com alimentos e bebidas, como rações, vacinas, pesticidas, embalagens, etc.

São exemplos de nanoalimentos: a) nanopartículas e nanocápsulas que são agregadas aos alimentos e bebidas com o objetivo de mudar seu sabor e a textura (já usadas por marcas como Nestlé, Unilever, por exemplo); b) nanopartículas adicionadas na ração de frangos, com efeitos antibióticos; c) pesticidas, que podem facilmente ser absorvidos por plantas; d) vacinas para tratamento de peixes; e) embalagens de alimentos, com o objetivo de ampliar a validade, controlar variação de temperatura, proteger alimentos contra fungos e

---

<sup>5</sup> - In: Small Times. **ALIMENTOS: Nano comestível é a nova fronteira**. Disponível em: [http://www.smalltimes.com/document\\_display.cfm?document\\_id=3989](http://www.smalltimes.com/document_display.cfm?document_id=3989) – 15.06.11. Acessado em 26/06/2016.

bactérias, etc.(BEHAR; FUGERE; PASSOFF. 2013:4).

Buzby (2010: 530-531) apresenta outros exemplos de produtos que contém nanopartículas: a) óleo de Canola ativa produzido por Israel, indicado para inibir o transporte do colesterol na corrente sanguínea e permitir uma maior penetração de vitaminas, minerais e fitoquímicos que são insolúveis em água ou gordura; b) chá da China que afirma produzir benefícios à saúde; c) shake de chocolate dos Estados Unidos usado numa avançada forma de cacau para acrescentar sabor sem acrescentar açúcar.

É grande a variedade de materiais utilizados em nanoalimentos. A nanoprata, por exemplo, é muito utilizada por seu efeito antibacteriano. Produtos com nanoprata já estão no mercado: são alimentos, utensílios de cozinha, refrigeradores ou embalagens para guardar alimentos. Contudo, há controvérsias quanto ao uso da nanoprata por seus possíveis efeitos nocivos à saúde humana.

A incerteza sobre os efeitos das nanotecnologias tem gerado uma série de relatórios, projetos de leis, recomendações pelo mundo. Alguns países apresentam uma resistência maior à comercialização dos nanoproductos, enquanto outros estão empolgados com os benefícios e a possibilidade de desenvolvimento que a nanotecnologia pode proporcionar. (SILVA, T.E. M; ENGELMAN, W; CALAZANS, D. S. R, 2014)

As possibilidades de conquistas no campo alimentar graças ao emprego de nanotecnologia são inúmeras, contudo estas vêm acompanhadas de riscos, mas os riscos ou o cuidado que devemos ter em relação a esses produtos quase nunca são mencionados. O que se divulga e se enaltece são os resultados promissores que se vem obtendo nas pesquisas sobre a aplicação da nanotecnologia na cadeia de alimentos, iniciando na agricultura, desde o preparo do solo, do plantio, a seleção de sementes, o emprego de fertilizantes e bactericidas até a industrialização e fabricação de novos tipos de comida, bem como de embalagens mais seguras frente a contaminação bactericida.

Enquanto o debate entre os defensores e detratores dos nanofoods continua sem resposta e se soma ao debate sobre os transgênicos, relatório da OECD aponta que inovações no setor agrícola envolvendo a decodificação e análise de DNA poderia capacitar agroempresas a prever, controlar e melhorar a produção. Com tecnologia para manipulação de moléculas e átomos de

alimentos, a indústria alimentar teria poderoso método para produzir com qualidade e precisão, a baixos custos e melhorando a sustentabilidade. A combinação de DNA e nanotecnologia poderia gerar novos sistemas de nutrição com o objetivo de carregar substâncias em partes específicas do corpo humano. São os chamados “OAM – Organismos Atomicamente Modificados”, que causarão um debate ainda mais intenso (OECD, 2013:17)

### **Nanotecnologia e Alimentos: Regulação e Ética**

A indústria dos alimentos, em sua maioria representada por multinacionais parece ser contra qualquer tipo de regulação, exemplo disto é a reação que foi desencadeada frente a publicação do Guia Alimentar para a População Brasileira, de 2014. O Guia foi considerado “um golaço” do Ministério da Saúde, tendo sido elogiado por muitos especialistas que conhecem bem o poder das indústrias alimentícias no Brasil, conforme revela a matéria publicada em 23/06/2015 e assinada por Francine Lima no [canaldocampoamesa.com.br](http://canaldocampoamesa.com.br). A matéria chama a atenção para a reação das indústrias alimentícias a respeito do Guia e destaca:

A indústria de alimentos está incomodadíssima com o guia, pelo fato de a publicação dizer claramente que boa parte do trabalho da indústria é tornar os alimentos menos saudáveis. A indústria está com ódio do guia. A ponto de o presidente da Associação das Indústrias de Alimentação (ABIA) chamar a equipe de pesquisadores da USP de “grupelho”, numa esperança de conseguir desqualificá-los (<http://canaldocampoamesa.com.br/2015/06/23/a-industria-unida-contra-o-guia-alimentar>).

Segundo a matéria, a maioria dos discursos dos palestrantes partiu da premissa de que o guia alimentar demoniza o processamento de alimentos, considerada falsa pela articulista, que fez questão de destacar que nas falas o que se destacou foi a defesa repetida de que o processamento é “o mal” e se procurou destacar os benefícios do processamento de alimentos, colocado de forma bem genérica, para provar que a indústria é importante.<sup>6</sup>

Diante de uma ordem mundial, caracterizada pela globalização, que une e separa ao mesmo tempo Estados, empresas, sociedades, culturas e interesses

---

<sup>6</sup> A respeito desta matéria e de outras, vide: <http://canaldocampoamesa.com.br/2015/06/23/a-industria-unida-contra-o-guia-alimentar>.

políticos e econômicos, os investimentos para os avanços no campo técnico e científico tendem a seguir a lógica do mercado. Não se produz alimentos, mas mercadorias, e estas de acordo com a lógica que move o sistema devem ter a circulação cada vez mais rápida dos produtos, garantir sua eficácia, preço, ao mesmo tempo que devem manter a fluidez, sempre inovando e tornando obsoleto o que há bem pouco tempo era considerado novo. Não é a toa que as propagandas destes novos produtos insistem em associa-los à modernidade e enfatizar que são cientificamente aprovados<sup>7</sup>.

Não há pesquisas que apresentem uma resposta segura quanto o uso dos produtos que contenham nanotecnologia, mas estes estão sendo desenvolvidos e colocados no mercado sem que se possa garantir isenção de risco à saúde e ao meio ambiente. Ou, se existindo riscos, estes poderiam ser controlados de alguma forma. A incerteza sobre os efeitos das nanotecnologias tem gerado uma série de relatórios, projetos de leis, recomendações pelo mundo. Alguns países apresentam uma resistência maior à comercialização dos nanoprodutos, enquanto outros estão empolgados com os benefícios e a possibilidade de desenvolvimento que a nanotecnologia pode proporcionar.

Na Europa, por exemplo, é difícil encontrar textos favoráveis às nanotecnologias fora das esferas científicas, enquanto que, nos Estados Unidos, a população está mais interessada nos avanços técnicos e científicos. Na Ásia, o desenvolvimento das nanotecnologias traz esperança de desenvolvimento econômico (JOACHIM E PLÉVERT, 2009:132).

A relação entre ciência, tecnologia e mercado é cada vez mais forte. Edgar Morin (2005, 71) ao analisar a relação ciência, ética e sociedade é enfático a esse respeito:

A ciência produziu uma extraordinária potência associando-se cada vez mais estreitamente com a técnica, cujos desenvolvimentos ininterruptos impulsionam de maneira ininterrupta a economia. Todos esses progressos ligados transformam em profundidade as sociedades. Assim, a ciência é onipresente, com interações-retrações incontáveis em todos os campos, criadora de poderes gigantescos e totalmente impotente para controlá-los. O vínculo ciência/técnica/sociedade/política é evidente. A

---

<sup>7</sup> A esse respeito ver, entre outras obras de Z. Baumann, A Riqueza de Poucos Beneficia Todos Nós? (2015)

época em que os juízos de valores não podiam interferir na atividade científica está encerrada.

É preciso considerar que “a ciência não é apenas científica. A sua realidade é multidimensional” (MORIN: 1994,08), e seus efeitos são profundamente ambivalentes. Para E. Morin a ciência é intrinsecamente, historicamente, sociologicamente e eticamente complexa. Não pode ser interpretada por um pensamento simples, mas implica um pensamento complexo e uma dialógica constante entre as fronteiras do saber, entre os diversos atores envolvidos direta e indiretamente no processo.

O desenvolvimento da nanotecnologia prende-se a essa lógica conceitual, pois não se restringe somente a cientistas e tecnólogos, é um processo negociado, ou melhor, pactuado com outros atores como empresários, consumidores, sindicalistas, trabalhadores, gestores públicos e ambientalistas em uma longa série de sucessivas aproximações dos interesses envolvidos. Não devemos nos esquecer de que os processos de pesquisa científica e de inovação tecnológica sempre foram alvo de um conflito de interesses políticos, pois a ciência como produto humano não é neutra, está dirigida aos interesses dos que investem em sua produção e desenvolvimento. Os engenheiros e os tecnólogos envolvidos na inovação têm visões específicas de uma sociedade futura com grandes implicações políticas (GOULD, 2005, p. 245).

### **Nanotecnologia e Segurança Alimentar**

De acordo com a definição estabelecida na II Conferência Nacional de Segurança Alimentar, realizada em 2004, na cidade de Olinda/PE, Segurança Alimentar e nutricional:

... é a realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam social econômica e ambientalmente sustentáveis (NASCIMENTO, 2012, p. 621).

Tomando a definição acima como base para o estudo da relação entre Segurança Alimentar e Nanotecnologia, devemos nos preocupar não apenas com a quantidade de alimentos disponíveis às populações, mas principalmente

pela qualidade dos mesmos em termos de nutrientes, da variedade ofertada, procedência e a acessibilidade em relação aos preços. Ou seja, podemos ter em oferta muitos alimentos, mas os mesmos podem ser muito pobres de nutrientes e até nocivos à saúde, como é o caso de muitos produtos alimentícios industrializados, que são mais baratos que os in natura, mas que prejudicam a saúde e podem levar as pessoas a um estado de subnutrição, embora estas possam se sentir saciadas em sua fome e até ganhem peso. É o que tenho denominado de Modernidade da Fome<sup>8</sup>.

O princípio da incerteza que caracteriza a modernidade, paira sobre os avanços no campo da tecnociência, como bem coloca Santos Junior (2013, p. 15) ao alertar que “o avançar da ciência expõe a sociedade a novas incertezas, fruto dessa busca pelo “admirável mundo novo”, promovendo a participação do público em seus debates”. Essa incerteza está presente quanto a aplicação da nanotecnologia na produção de alimentos. Que garantia temos que estes produtos estão isentos de perigo para nossa saúde? Sabemos a procedência dos mesmos? Como identifica-los? A rotulagem basta?

Outra questão muito relevante quando falamos de nanotecnologia aplicada a produção alimentar, é a falta de estudos que garantam a isenção de toxicidade dos mesmos, como alertam as pesquisadoras da FUNDACENTRO:

Ainda não há consenso sobre quais métodos de análises serão capazes de identificar a toxicidade associada com as propriedades físico-químicas dos nanomateriais manufaturados, embora já haja algumas recomendações por órgãos como a ISO, uma organização internacional não governamental (ONG) que reúne entidades nacionais de normas técnicas, como a ABNT, de mais de 160 países. Esta ONG possui um grupo técnico, ISO/TC 229, voltados ao estabelecimento de regulamentações e recomendações técnicas em nanotecnologias. Alguns destes textos visam estabelecer ou recomendar critérios para caracterização e estudo de toxicidade de nanomateriais (ISO).

Mas há ainda outros tipos de riscos, muito mais difícil de serem avaliados, relacionados à substituição de algumas ocupações por máquinas controladas por nanochips, ao aumento da mecanização com aumento da exigência de capacitação para o trabalhador, seja rural seja na indústria

---

<sup>8</sup> Tenho desde 2009 me debruçado sobre este tema, tanto através de artigos publicados como em palestras e exposições em eventos nacionais e internacionais.

e até no comércio de alimentos. (ARCURI, VIEGAS, PINTO: 2014, pag. 116-117)

A relação direta entre ciência, tecnologia e mercado mundial, caracterizada pela globalização da economia, alerta para o fato de que os investimentos para os avanços no campo técnico e científico devem responder a necessidade de circulação cada vez mais rápida dos produtos e de garantir sua eficácia. Numa sociedade marcada pela fluidez das coisas, o novo pode tornar-se obsoleto em pouco tempo e em relação aos alimentos a lógica não é diferente. Para o sucesso desta engrenagem investe-se em propaganda através dos modernos meios de comunicação.

Por ser a nanotecnologia uma área de interesse estratégico para corporações e países, o cuidado na apresentação dos dados sobre os potenciais do setor e a busca por mais espaço de manobra, em nome da competitividade, tem gerado uma disputa com os grupos de pressão que demandam maior controle sobre as nanotecnologias. Esta queda de braço entre os interesses mercadológicos e as organizações da sociedade civil que defendem uma tecnologia responsável, muitas vezes tem a interferência, aparentemente invisível, dos governos, pois o que poderia ser menos lucrativo para as empresas do setor, porque limitaria a velocidade de inovação e levaria à proibição de produtos, não é de interesse dos governos que também perderiam divisas e poder com isto.

A disputa entre os grupos de pressão, os interesses de mercado por lucro e dos países para deterem um maior domínio neste campo, aponta para uma batalha pelo apoio da opinião pública, dificilmente conciliável de modo a legitimar a formulação de novas leis restringindo ou ampliando o controle do Estado e da sociedade civil sobre as aplicações atuais e possíveis da manipulação nanoscópica de elementos biológicos. (SILVA; CALAZANS, 2012). Tomamos novamente como exemplo o caso dos transgênicos, que não tem praticamente nenhuma barreira proibitiva no país, por isso somos o segundo produtor mundial de grãos transgênicos e a legislação em relação a estes produtos tende a se flexibilizar cada vez mais. As principais empresas produtoras de grãos transgênicos chegam a investir próximo de US\$ 3 milhões por dia em

pesquisas em busca da semente "bala de prata", a quase perfeita.<sup>9</sup>

Este embate entre interesses divergentes, acaba dificultando a regulação e as medidas de precaução que devem ser adotadas em relação ao emprego da nanotecnologia na produção alimentar. Sabemos que a evolução nanotecnológica deve ser acompanhada da tomada de precauções sanitárias e toxicológicas e para que isto aconteça, a maior arma é a informação.

Mas como transmitir informação aos consumidores e população em geral, se os próprios fabricantes muitas vezes ignoram essas informações? Como avançar nos estudos toxicológicos das nanotecnologias, se o financiamento para esse tipo de pesquisa é irrisório e não atrai o interesse nem dos fabricantes e nem dos governos? (SILVA, ENGELMANN, CALAZANS, 2014, 34)

Apesar das imensas possibilidades de se produzir alimentos para todos e de excelente qualidade, os investimentos estão mais voltados para atender uma demanda mercadológica do que social respondendo aos interesses do grande capital, que domina esta área de produção.

### **Conclusão**

Embora os dados divulgados pela FAO sobre a fome no mundo pareçam apontar uma queda no índice de países famélicos, sabemos que nos países mais pobres este índice ainda é muito alto e muito preocupante, e, diante de uma tendência cada vez maior dos países em aderir ao modelo econômico neoliberal, podemos prever que este índice, muito breve, poderá voltar a crescer.

O paradoxo é que a fome convive com as ilhas de abundância da produção de grãos transgênicos, das "fábricas" de grãos, e dos nanofoods, pois

---

<sup>9</sup> "A semente é a base para o sucesso do agronegócio. O desenvolvimento do setor depende dela", diz José Renato Bouças Farias, da Embrapa, na referida matéria. A relevância do segmento é tão grande que desperta o interesse até de quem ainda não está nesse mercado, como a Basf. "É um caminho sem volta", diz Fernando Arantes Pereira, gerente da área de tratamento de sementes da empresa. Segundo ele, a Basf olha para uma semente de soja resistente a ferrugem, a nematoides (vermes) e que gere produção maior de óleo. A semente de soja custa próximo de 15% do total dos gastos de produção do produtor. A de milho, 20%. José de Barros França Neto, pesquisador da Embrapa, diz que não é a semente que é cara, mas a tecnologia que está inserida nela. <http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2015/10/1692706-empresas-desenvolvem-plantas-fortes-e-que-produzem-mais-com-menos.shtml?cmpid=newsfolha>. Acesso em 11/10/2016



cada vez mais os pequenos agricultores se veem expulsos de suas terras pelo avanço das monoculturas de soja, milho, feijão entre outras. Ou seja, tanto investimento em ciência e tecnologia para produzir mais alimentos e nenhuma segurança alimentar para as populações mais necessitadas que não podem desfrutar desses benefícios, que não foram gerados para atender essa demanda e sim para serem transformados em commodities e gerar lucros às empresas detentoras do Know How das sementes, plantas etc.

Como adverte Z. Bauman (2010), estamos cada vez mais dependentes da tecnologia, talvez não consigamos mesmo conceber nossa vida sem os avanços nesse campo e parece que não estamos contabilizando o custo ambiental resultante das mudanças geradas pelos avanços e mudanças tecnológicas, o importante dentro dessa lógica é que cada vez mais elas solucionem nossos problemas e facilitem nossa vida cotidiana. Não perguntamos se há alimentos para todos no mundo, nem qual o custo social e ambiental destas inovações e conquistas tecnológicas. Quem está arcando com o ônus das conquistas no campo alimentar? Vivemos em bolhas de abundância cercados por um grande mar de miséria. A fome parece continuar a ser um tema tabu, como denunciou Josué de Castro há setenta anos ao publicar suas duas obras marcos: Geografia da Fome (1946) e Geopolítica da Fome (1951).

Em relação as nanotecnologias aplicadas aos alimentos, estas parecem ainda ter um longo caminho pela frente, pois é preciso aperfeiçoar os testes de nanotoxicologia para que o consumo destes produtos efetivamente possa viabilizar uma vida coletiva mais saudável. Ao lado do desenvolvimento científico e industrial haverá a necessidade de se fomentar a vontade política e econômica para que os alimentos nanoestruturados possam efetivamente chegar a todos, especialmente os mais necessitados. Caso contrário, como tem afirmado o professor Wilson Engelmann, em vários eventos e publicações, a ciência estará incentivando uma nova forma de discriminação: entre aqueles que podem comprar alimentos produzidos à base de nanotecnologias e aqueles que continuarão sem poder acessar o exercício de um direito democrático fundamental: matar a fome com alimentos de qualidade. Esse é um desafio que margeia o desenvolvimento dos marcos regulatórios às nanotecnologias.

## Referências Bibliográficas

ASSIS, Leticia Marques de. et al. Características de nanopartículas e potenciais aplicações em alimentos. (2012) Brazilian Journal of Food Technology. Campinas, V.15, N.2, p -99-109

ARCURI, Arline S.A; VIEGAS, Maria de Fátima T. F; PINTO, Valéria R. S. Nanotecnologia na cadeia do alimento. P.147-172. In: SILVA, T.E. S. e WAISSMANN, W. (org.) Nanotecnologias Alimentação e Biocombustíveis. Um olhar Transdisciplinar. Aracaju: Ed. Criação, 2014.

BAUMAN, Zygmunt e MAY, Tim. Aprendendo a pensar com a sociologia. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed. 2001.

\_\_\_\_\_. A Riqueza de Poucos Beneficia todos Nós? Rio de Janeiro: Zahar Ed. 2015.

BEHAR, Andrew; FUGERE, Danielle; PASSOFF, Michael. Slipping through the cracks: An Issue Briefs. Disponível em [http://www.asyousow.org/health\\_safety/nanoissuebrief.shtml](http://www.asyousow.org/health_safety/nanoissuebrief.shtml). Acesso em 26 jun. 2014.

BECK, Ulrich. Sociedade de risco. Rumo a uma outra modernidade. (2011) Tradução Sebastião Nascimento. São Paulo: Ed. 34.

BUZBY, Jean C. Nanotechnology for food applications: more questions than answers. IN: The Journal of Consumers Affairs. Vol. 44, N. 3, 2010, p. 528-545.

ENGELMANN, W. et alii. Nanotecnologias, Marcos Regulatórios e Direito Ambiental. Curitiba: Honoris Causa. 2010.

ENGELMANN, W; SILVA, Tania E. M. da. Nanotechnologies and Risks in environment in Brazil: challenges for the legal regulation. Trabalho apresentado no 6o. International Symposium on Nanotechnology, Occupational and Environmental Health, realizado na cidade de Nagoya, Japão, em outubro de 2013. Acesso ao trabalho: <http://square.umin.ac.jp/nanoeh6/>.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO; WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Expert Meeting on the Application of Nanotechnologies in the Food and Agriculture Sectors: Potential Food Safety Implications. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/agn/>.

Food Manufacture. Riscos da Nanotecnologia indo no mesmo caminho da Transgenia, diz estudo. Disponível em: <http://www.foodmanufacture.co.uk/Ingredients/Nanotechnology-risks-going-same-way-as-GM-FSA-study> – 15.06.11. Acessado em 26/05/2016.

GALLO, J. G.; GONZÁLES, E.; GOMÉZ-BAQUERO, F. Nanotecnociencia: nociones preliminares sobre el universo nanoscópico. 2ª. Ed. Bogota-Colombia: Ed. Buinaima, 2007.

GIDDENS, Anthony. As Conseqüências da Modernidade. 2a. Ed. (1991) Tradução Raul Fiker. São Paulo: Ed. UNESP. (Biblioteca Básica)

GOULD, Kenneth. Nanotecnologia, inovação e meio ambiente. In: MARTINS, Paulo R. (coordenador). Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente. São Paulo: Associação Editorial Humanitas, 2005

JOACHIM, Christian; PLÉVERT, Laurence. Nanociências: A Revolução do Invisível. Traduzido por André Telles. Revisado por Luiz Sampaio. Rio de Janeiro: Zahar Ed. 2009

JOSEPH, T. & MORRISON, M. Nanotechnology in Agriculture and Food. *Nanoforum Report*, 2008. Disponível em: <http://www.nanoforum.org/dateien/temp/nanotechnology%20in%20agriculture%20and%20food.pdf?20032007152346> (acesso em 3/5/2017).

MARTINS, Paulo Roberto (coordenador) Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente. 1º. Seminário Internacional. São Paulo: Associação Editorial Humanitas. 2005

MARTINS, Paulo Roberto e RAMOS, Soraia de Fátima (org.). Impactos das nanotecnologias na cadeia de produção da soja brasileira. São Paulo: Xamã. 2009

METHA, Michael D. "Privacidad versus vigilância o cómo evitar un futuro nanopanótico" In, FOLADORI, Guillermo e INVERNIZZI, Noela (coord.) (2006). Nanotecnologías disruptivas. Implicaciones sociales da las nanotecnologias. México: Universidad Autónoma de Zacatecas.

MORIN, E. (1994) Ciência com consciência. Tradução Maria Gabriela de Bragança e Maria da Graça Pinhão. Portugal: Europa-América.

MORIN, Edgar. O Método 6 – Ética. Tradução: Juremir Machado de Assis. 2ª. Ed. Porto Alegre: Sulina, 2005.

NASCIMENTO, Renato Carvalheira do. A contribuição de Josué de Castro para o sistema e a política nacional de segurança alimentar e nutricional. In: SILVA, Tania Elias M da. (Organizadora) Josué de Castro. Rio de Janeiro: Fundação Miguel de Cervantes, 2012. (Memória do Saber)

SANTOS JUNIOR, Jorge Luiz dos. Ciência do Futuro e Futuro da Ciência: redes e políticas de nanociência e nanotecnologia no Brasil. (2013) Rio de Janeiro: Ed. Da UERJ

SCHULZ, P. A encruzilhada da nanotecnologia. RJ: Vieira & Lent. 2009.

SILVA, Tania. Elias M.; CALAZANS, Diego Rodrigues. Ciência, Tecnologia e Mercado: Uma reflexão sobre as pesquisas em Nanotecnologia. Trabalho apresentado no XV Encontro de Ciências Sociais Norte-Nordeste – CISO. 2012. Publicado em: [www.sinteseeventos.com.br/ciso/anaisxvciso/resumos/GT09-09.pdf](http://www.sinteseeventos.com.br/ciso/anaisxvciso/resumos/GT09-09.pdf). Acessado em 26/04/2015.

SILVA, Tania. Elias M.; PREMEBIDA, Adriano; ENGELMANN, Wilson;

CALAZANS, Diego Rodrigues Souto. - Avanços e desafios do emprego da ciência e tecnologia na produção alimentar: uma discussão sobre transgênicos e nanofoods. In: VI Congresso Brasileiro de Ciências Sociais e Humanas em Saúde, 2013, Rio de Janeiro. Anais do VI Congresso Brasileiro de Ciências Sociais e Humanas em Saúde. Rio de Janeiro: Abrasco, 2013. v. 1. p. 1-18. Congresso Brasileiro de Ciências Sociais e Humanas em Saúde, 2013, Rio de Janeiro.

- [http://www.cienciassociaisesaude2013.com.br/programacao/exibe\\_trabalho.php?id\\_trabalho=234&id\\_atividade=209&tipo=](http://www.cienciassociaisesaude2013.com.br/programacao/exibe_trabalho.php?id_trabalho=234&id_atividade=209&tipo=) Acessado em 26/04/2017

SILVA, Tania Elias M; ENGELMANN, Wilson; CALAZANS, Diego Rodrigues Souto. Desenvolvimento, Modernidade e Nanotecnologias: inovações no campo alimentar. P. 11 -46. In: Silva, Tania Elias M. e WAISSMANN, Wiliam. (Org.) Nanotecnologias. Alimentação e Biocombustíveis. Um olhar Transdisciplinar. Aracaju: Criação, 2014

TOMA, H. E. O mundo nanométrico: a dimensão do novo século. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

VON HOHENDORFF, Raquel. Nanotecnologias Aplicadas aos Agroquímicos no Brasil: Gestão dos riscos a partir do diálogo entre as fontes do Direito. (2014), Dissertação de Mestrado apresentada no Programa de Pós Graduação em Direito da UNISINOS – Rio Grande do Sul.

ZAFALON, Mário. Empresas desenvolvem plantas fortes e que produzem mais com menos. Folha de São Paulo, 11/10/2015.