

ANALISES DA NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA NA PERSPECTIVA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE – CTS

ANALYSIS OF NANOSCIENCE AND NANOTECHNOLOGY A PERSPECTIVE OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIETY – CTS

Paulo N. Lisboa-Filho¹, Maria A. Monteiro²

¹ Departamento de Física, Faculdade de Ciências, UNESP - Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP, Brasil (plisboa@fc.unesp.br)

² Departamento de Física, Centro de Ciências e Tecnologia, UEPB - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil

(Recibido: Julio/2013. Aceptado: Noviembre/2013)

Resumo

Na presente proposição, o intento principal é realizar uma análise da nanociência e da nanotecnologia, a partir dos referenciais pertencentes ao campo de investigação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), como também de perspectivas da Filosofia da Tecnologia. A partir desse intento, especificaremos o que constitui o campo nanotecnologia e nanociência, contemplando desde sua gênese aos limites fluidos que ora as mesmas avançam e se estabelecem. Enfatizaremos, principalmente, o impacto do desenvolvimento da nanotecnologia na sociedade contemporânea, tais como os possíveis benefícios e malefícios propiciados pelo uso da nanotecnologia, os prováveis e impactos ambientais, como também as dúvidas e incertezas que permeiam essas áreas, além daqueles que contemplam as questões éticas e políticas para o setor.

Palavras chave: Nanociência e Nanotecnologia; CTS; Filosofia da Tecnologia.

Abstract

In this contribution, we discuss and analyze some aspects of nanoscience and nanotechnology, based on the approach known as Science, Technology and Society (STS), as well as the prospects of Philosophy of Technology. In this context, we specify the constitute the nanoscience and nanotechnology analytic research field. It is also reported its genesis and limits, emphasizing the impacts of nanotechnology in the development of the contemporary society, such as the possible benefits and problems associated to the use of nanotechnology, as well as environmental impacts, doubts and uncertainties that permeate this areas, in addition some ethical questions and public policies for the sector are analyzed.

Keywords: Nanoscience and Nanotechnology; STS; Philosophy of Technology.

A Tecnologia e a Perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade

Reflexões acerca das relações entre a ciência, a tecnologia e suas implicações na sociedade, notadamente a função social daquelas, são bastante pertinentes na contemporaneidade, haja vista o intenso desenvolvimento científico-tecnológico em curso e a onipresença dessas na sociedade. Inclusive, a ciência e a tecnologia têm criando novas práticas, hábitos e demandas, muitos das quais, colocando o ser humano em condição de fragilidade, oxalá, de vulnerabilidade, haja vista as possibilidades em gerarem riscos à condição de vida, quando não planejadas e utilizadas coerentemente.

Vale salientar também que, além do ritmo acelerado de crescimento alcançado pela ciência e pela tecnologia, estas se tornam cada vez mais interdependentes, apesar das suas singularidades. A tecnologia contemporânea é fruto da aliança entre técnica e ciência ou cientificação da técnica, a partir do agir instrumental com relação a fins [1].

Apesar da intensa presença da ciência e da tecnologia na sociedade atual, a relação entre essas não tem sido imunes a questionamentos. Os movimentos de cunho social questionando as relações da ciência com a tecnologia e suas várias implicações adquiriram vigor nas décadas de 1960 e 1970. Esse estado de questionamentos emergiu, principalmente, com as consequências negativas decorrentes da Segunda Guerra

Mundial, notadamente, em torno do Projeto Manhattan, um dos grandes projetos de investigação então empreendidos [3].

A partir de meados do século XX, nos países capitalistas centrais, era patente que o desenvolvimento científico e tecnológico propiciava desenvolvimento econômico. Porém, intensificou-se o sentimento de que esse desenvolvimento econômico, igualmente não assegurava a geração de bem estar-social [3]. Ou seja, o que propiciava e a quem beneficiava o desenvolvimento científico-tecnológico ora em plena ascensão? Assim, colocava-se como pano de fundo outras orientações e questionamentos para o empreendimento tecnocientífico.

Reações às consequências da ciência e da tecnologia já haviam sido empreendidas em outras localizações e épocas, constituindo movimentos que contribuiriam para a derrocada da concepção de neutralidade da tecnologia. Por exemplo, o Movimento Ludita, empreendido entre os anos de 1811 a 1816, encampado principalmente pelos trabalhadores da indústria têxtil inglesa, contrários às substituições do trabalho humano por máquinas, as quais propiciavam perdas salariais sem precedentes. Os trabalhadores reagiram a este estado de acontecimentos, muitas vezes empreendendo com a destruição da maquinaria. Também combatiam o trabalho infantil e a supressão de algumas leis trabalhistas, então conquistadas [4].

Reflexões em torno das implicações da ciência e da tecnologia foram impulsionadas pelos olhares críticos sobre a tradicional perspectiva de neutralidade da ciência e da tecnologia. Este empreendimento contribuiu para a gênese do movimento ciência, tecnologia e sociedade (CTS), a partir da década de 1960.

Os estudos CTS buscam compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto desde o ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas consequências sociais e ambientais, ou seja, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança [5, p. 125].

O movimento CTS configurou-se em distintos locais, a partir da confluência de pensamentos que haviam adotado como meta, argumentos contra as decisões tecnocráticas em torno das relações entre as instâncias

que dão nome a sigla¹. Apoiaram-se, sobretudo, nos movimentos sociais que denunciavam as consequências negativas da ciência e da tecnologia sobre a sociedade e o meio ambiente. O movimento CTS, nas suas mais distintas vertentes, empreendeu reflexões filosóficas, sociológicas, econômicas e principalmente, reflexões éticas sobre os constituintes do seu campo de atuação [6].

O movimento CTS configurou-se em distintos locais, a partir da confluência de pensamentos que haviam adotado como meta, argumentos contra as decisões tecnocráticas em torno das relações entre as instâncias. Os estudos CTS têm se desenvolvido a partir de três grandes eixos. Inicialmente, se mostraram uma alternativa à reflexão acadêmica tradicional sobre a ciência e a tecnologia, promovendo uma visão socialmente contextualizada da atividade científica. Em seguida, os estudos CTS foram aplicados ao campo da educação, permitindo uma análise crítica ao ensino de ciências. Por fim, no campo das políticas públicas, a perspectiva CTS tem defendido a regulamentação social da ciência e da tecnologia, promovendo a criação de mecanismos democráticos que facilitem a participação da sociedade nos processos de tomada de decisão referentes às políticas de caráter científico-tecnológicas [7].

Com a ampliação dos questionamentos em torno do mito de que a ciência e a tecnologia conduziam a humanidade a um futuro melhor, constituiu-se e difundiu-se uma mentalidade em torno da perspectiva de que a ciência e a tecnologia não teriam um fim em si, mas estariam orientadas por determinações políticas, sociais e econômicas [8]. Ou seja, a ciência e a tecnologia não estavam reguladas por uma racionalidade autônoma, ao sabor das orientações positivistas². Mas, reguladas por fatores outros, muitos dos quais evidenciando os massacres ético-culturais propiciados pelo desenvolvimento tecnológico, legitimando relações de poder³.

¹ Posteriormente, a perspectiva ambiental foi incorporada a tríade CTS, ampliando-se então para CTSA.

² Não se podem desprezar as contribuições da sociologia do conhecimento, como aquelas empreendidas por Latour, Colins, apenas para citar alguns.

³ Esses paradoxos levaram Hobsbawm nomear o século XX como a Era dos Extremos.

Nas relações entre ciência e tecnologia, nem sempre as questões sociais e éticas, por exemplo, estiveram ou tem sido contemplada⁴. Assim, Fourez realça a importância da construção de uma cultura científica e tecnológica, no sentido de assegurar que a ciência e a tecnologia não se tornem vulneráveis à tecnocracia [9].

A concepção de que a ciência e a tecnologia igualmente geram desenvolvimento, progresso e bem-estar social ou concepção instrumental do empreendimento científico-tecnológico, tem recebido diversas oposições, sobretudo dos teóricos críticos da filosofia da tecnologia. Aquela concepção tenta creditar neutralidade ao empreendimento tecno-científico, fundamentando-se na ideia de senso comum de que a ciência e, sobretudo, a tecnologia estão disponíveis para servirem aos interesses dos seus usuários [10].

Algumas Perspectivas da Nanotecnologia e a Nanociência na Contemporaneidade

A nanotecnologia e a nanociência constituem um campo, cujas abordagens se encontram em crescente ascensão nos últimos anos. Trata-se de um campo multidisciplinar do conhecimento científico e tecnológico, que tem como propósito a investigação e a manipulação da matéria na escala de um a cem nanômetros [11]. O mencionado campo consagra-se como uma grande conquista científico-tecnológica do século XXI.

Manipulando-se a matéria a partir da dimensão nano, acentua-se a relação entre a área superficial e o volume, potencializando determinadas propriedades físicas, químicas e mecânicas da matéria, bem como o surgimento de outras, não manifestas em escalas maiores, como por exemplo, efeitos de confinamento quântico⁵.

As possibilidades de manipulação da matéria na escala nanométrica também têm sido exploradas nos sistemas biológicos, haja vista propiciar o controle de agrupamentos intracelulares [12]. Assim, a manipulação

⁴ Investigações sobre a sífilis em Tuskegee – Estado do Alabama – EUA, onde durante 40 anos, suspendeu-se o tratamento de sífilis a 400 sujeitos negros, no sentido de se obter conhecimento sobre a enfermidade. Não lhes davam conhecimento sobre a enfermidade, no sentido de não receberem tratamento de outra instituição [14].

⁵ Também podemos mencionar o aumento de reações de catálise, bioquímicas e farmacêuticas, cujas propriedades podem ser utilizadas para determinados tratamentos. Poderão ainda ocorrer variações na condutividade, nas funções eletro-eletrônicas e mecânicas dos materiais.

nanométrica da matéria encontra-se associada ao desenvolvimento de técnicas de manipulação da matéria, átomo a átomo, molécula a molécula. Por isso, para o seu desenvolvimento inicial foi imprescindível o auxílio do instrumental adequado como as microscopias eletrônicas (varredura, transmissão, tunelamento e força atômica) e os laboratórios com fontes de luz síncrotron, a partir da década de 70.

Simbolicamente, considera-se que o termo nanotecnologia, como também a sua ideiação, teria sido manifesto pela primeira vez por Richard Feynmann, em palestra proferida em 1959. Mas, há menções de que, em 1939, Arthur Von Hempel teria apresentado uma ideiação acerca da nanotecnologia⁶ [13]. Porém, se aceita que o termo nanotecnologia teria sido popularizado a partir década de oitenta do século XX, através da publicação do livro um tanto quanto ficcional, *Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology* (1986), por K. Eric Drexler.

Na atualidade, o domínio da nanociência e da nanotecnologia tem sido percebido com bastante otimismo para responder as necessidades de uma vasta gama de setores, sobretudo, a partir das possibilidades advindas da ciência dos materiais e da nanobiotecnologia. Tudo isso, encontra-se associado a um fator de lucratividade impactante na economia. O otimismo creditado a nanociência e a nanotecnologia são evidenciados através das políticas desenvolvidas através de programas governamentais, da dotação orçamentária prevista e no quantitativo de pesquisas desenvolvidas nas últimas décadas. Pelo intenso impacto social, cultural, econômico e ambiental causado pela nanotecnologia, entende-se que se trata de uma revolução tecnocientífica [14].

Nos países industrializados, a nanotecnologia é um dos focos prioritários das atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação, resultando no contínuo aumento de produtos industrializados. Segundo estimativas da *The Royal Society & The Royal Academy of Engineering*, no período de 2010 a 2015, será investido um montante na ordem de 5 bilhões de euros no mercado mundial para produtos e processos industriais baseado na nanotecnologia. Desse montante, 2 bilhões de euros vêm da iniciativa privada. Seguindo os rumos dessa tendência, muitos países

⁶A manipulação em objetos na escala nanoscópica não é recente. Os vidreiros das catedrais medievais, por exemplo, constataram que a adição de partículas de ouro de diversos tamanhos aos vidros, conferia-lhes cores variáveis e brilhantes. Atualmente, entende-se que as dimensões das partículas determinam o comportamento da luz visível, absorvida e emitida, logo, determinando-lhe a variação da frequência.

latinoamericanos incluíram a nanotecnologia como área estratégica para fomentar a competitividade [15].

Também evidenciando o desenvolvimento da nanociência, temos o quantitativo de patentes outorgadas nas últimas duas décadas, notadamente no final da década de noventa do século XX. Até meados de 2012, existiam em torno de 130 780 patentes registradas, contrastando com as 5 177 registradas no final da década de 90. Porém as primeiras patentes associadas à nanotecnologia foram requeridas em 1976 no escritório de patentes estadunidense e no escritório de patentes da comunidade europeia, em 1980 [16].

Desde o ano de 2004, os escritórios de patentes e propriedade intelectual possuem uma classificação específica para inovações em nanotecnologia. As especificações acerca da normatização das patentes é uma problemática para os respectivos escritórios. Inicialmente, os produtos eram classificados de acordo com as dimensões de 1 a 100 nm e com os componentes ativos [16].

As patentes dos países da América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colômbia e México) relacionadas à inovação em nanotecnologia encontram-se cadastradas na base de dados da Organização Mundial de Propriedade Intelectual, as quais tiveram um aumento significativo nas últimas décadas⁷. Porém, em relação a esta região, existem dados significativos. Das 100 000 patentes existentes no mundo sobre a nanotecnologia, apenas 333 encontram-se na América Latina. Dessas, 33% foram concedidas ao Brasil e ao México. Esse quantitativo e a própria distribuição revelam um descompasso do desenvolvimento da nanotecnologia em relação a algumas localidades [16].

Produtos nantoe estruturados já se encontram comercializados. Dentre aqueles com maior mercado e produção encontram-se, cremes para tratamento de beleza, componentes de objetos esportivos. Inúmeros outros produtos encontram-se em desenvolvimento, notadamente produtos destinados a usos na área médica [17].

⁷A patente só tem validade no país onde foi solicitada. No entanto, é possível submeter através do Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes, uma solicitação válida para os 146 países que são signatários do tratado. Nestes estão incluídos todos os países latino americanos, exceto Bolívia, Uruguai e Paraguai [16].

Será que a nanociência e a nanotecnologia têm correspondido às expectativas que lhes são creditadas? Em que medida os riscos da nanociência e da nanotecnologia estão sendo considerados? Será que a comunidade não científica está sendo alertada em relação aos possíveis e prováveis efeitos biológico-ambientais decorrentes do uso das tecnologias nano?

Tendo em vista as incertezas mencionadas, existem desconhecimento e incertezas em relação aos efeitos biológicos da nanotecnologia. Seria então, igualmente valioso, que medidas construídas a partir de participações mais amplas da sociedade fossem implementadas. Referindo-se as opções tecnológicas a serem assumidas pela sociedade brasileira é de fundamental importância o debate com toda a sociedade e não apenas com os especialistas da área e cientistas [18].

Algumas Implicações da Nanociência e da Nanotecnologia a Partir da Perspectiva CTS

A nanociência e a nanotecnologia constituem um campo apontado como incorporando possibilidades bastante promissoras no tocante ao desenvolvimento de novos produtos como também em relação à alta produtividade. Assim, em diversos países tem despertado interesses e atraído grandes investimentos das iniciativas públicas e privadas.

Apesar dos entusiastas do mencionado campo alegarem a abundância de matéria base disponível para a produção, o seu reduzido custo e a economia energética decorrente como fator relevante, as realizações advindas da nanociência e da nanotecnologia requerem altos investimentos financeiros. Estes se alocam tanto na mão de obra especializada, como nos investimentos com equipamentos, sendo estes em proporções bem maiores, mas, ambos imprescindíveis para o desenvolvimento dos processos técnicos.

Martins alerta que, devido às pesquisas em nanotecnologia, bem como os processos de produção, além de muito complexos, requererem altos investimentos financeiros. Essas condições inviabilizam a condução dos mencionados processos por pequenos grupos que não detém investimentos financeiros suficientes. Como consequência, a nanotecnologia torna-se susceptível de ser monopolizada por restritas corporações, as quais dispõem de financiamento para o empreendimento [18]. Avaliamos que esta possibilidade já sinaliza com justificativas para a concentração das patentes em alguns países.

A partir do panorama anterior, quem assegura que a sociedade como um todo terá acesso de maneira ampla aos recursos propiciados pela nanotecnologia? O que assegura que a planificação da nanotecnologia estará submetida aos interesses da sociedade e não aos interesses do capital, apenas? Nessa perspectiva, esse campo do conhecimento poderá não se prestar como um elemento que contribua para propiciar a autonomia da sociedade, mas de conglomerados financeiros, que buscam atender os interesses do capital em detrimento dos demais.

Diante dos investimentos requeridos para a produção da nanotecnologia, avaliamos oportuno trazermos alguns dos questionamentos de Schnaiberg acerca de possíveis influências de interesses nos mencionados processos de produção: Como e por quem a nanotecnologia vai ser aplicada? Com quais propósitos vai ser aplicada? Por que e por quem está sendo investido o capital destinado a nanotecnologia? O autor lembrar ainda que a produtividade na sociedade industrial avançada também significa diminuição da mão-de-obra através de demissões, mesmo que seja qualificada [20].

Relacionando às considerações anteriores, Schnaiberg opina que a nanotecnologia não propiciará distribuição de renda. Ao contrário, haverá uma transferência para os investidores, conforme o panorama dos últimos 30 anos [20]. Assim, interpretamos que à produção da nanotecnologia também se encontra vinculada a consequências doutras produções tecnológicas. Para se reverter o panorama da concentração de renda a partir da produção nanotecnológica, somente com outros propósitos para fundamentarem a ordem da produção, haja vista que os fundamentados no capital não permitem tal mudança [18].

Devido a possível concentração de renda a ser propiciada pela produção da nanotecnologia, é igualmente possível que os questionamentos proferidos em relação à tecnologia nuclear a partir da Segunda Guerra Mundial, venham a ser atualizados e retomados. Ou seja, a quem beneficia o desenvolvimento da nanotecnologia, haja vista que não gera bem estar-social proporcional ao investimento público, principalmente?

Apesar do otimismo pontuado em relação à nanotecnologia, sobretudo devido às várias potencialidades de lucro aventadas, semelhantemente a outras tecnologias, incorpora problemas. Os danos ambientais, à saúde, bem como a toxidade causada pela nanotecnologia, por exemplo, ainda

são desconhecidos ou bastante escassos, haja vista tratar-se de um campo ainda recente, tanto no que se refere aos processos produtivos quanto os consequentes da utilização dos produtos [17]. Logo, perduram muitas dúvidas e incertezas em torno das consequências da nanotecnologia.

Vale salientar que os cientistas não são isentos da responsabilidade de alertarem sobre os possíveis danos sociais e ambientais daquilo que produzem. Até porque, os financiamentos de pesquisas, principalmente na América Latina, advêm da iniciativa pública [14].

Apesar da necessidade de investigarem-se os riscos decorrentes da nanotecnologia, pouco a pouco, alguns indícios prestam-se como alerta. Estudo realizado com sete trabalhadoras (com idades variando de 17 a 47 anos), as quais haviam sido expostas à nanopartículas no período de 5 a 13 meses. As mesmas apresentaram-se com problemas respiratórios e efusões pleurais. Foram submetidas a vários exames e detectaram a presença de nanopartículas em dadas localidades das células pulmonais e no fluido torácico. Exames também detectaram a presença de nanopartículas de poliacrilato no local de trabalho daquelas [17].

Existem várias iniciativas visando investigação dos riscos sociais e ambientais causados pela nanotecnologia. Exemplificamos com o *Center for Responsible Nanotechnology*, criado no ano de 2002. Neste, desenvolvem o projeto Wide-Nano, que busca uma colaboração on-line em torno de algumas questões relacionadas ao propósito [21, 22]. No entanto, em 1986, Drexler fundou o *The Foresight Institute*, primeira organização proposta com o intuito de educar a sociedade acerca dos riscos e benefícios da nanotecnologia [17].

Até recentemente ainda não existia nenhuma legislação específica no sentido de regular as atividades, visando controlar os riscos ambientais e a toxicidade da nanotecnologia. Até então, procede-se com aproveitamento das leis existentes [17]. Mas, em 2008, a Comunidade Européia apresentou um Código de Conduta para a nanotecnologia, constituído por princípios gerais. Os Estados Unidos da América também adotaram recomendações semelhantes às adotadas pela União Européia.

Será que, nesse início de século XXI, necessitamos atualizar em relação à nanociência e à nanotecnologia os questionamentos que emergiram em relação à tecnologia a partir da década de cinquenta do século XX? Além dos possíveis problemas econômicos, ambientais e de toxicidade, a

nanotecnologia também suscita debates éticos, principalmente, quando associada à biotecnologia ou nanobiotecnologia [13]. Ou seja, os aspectos éticos decorrentes da nanotecnologia necessitam ser problematizados.

Diante de todos os benefícios e riscos em relação à nanociência e à nanotecnologia, faz-se necessário cautela para a não adoção de posições extremadas, ou seja, a adoção de posições visceralmente contra ou, ingenuamente entusiastas, haja vista serem igualmente perigosas [23].

Considerações Finais

A questão não é, a priori, impor limites sobre o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, tampouco estabelecer algum tipo de controle social ou político da ciência e da tecnologia. É sim, renegociar a relação entre ciência, a tecnologia e, principalmente, problematizar as suas implicações sociais, redefinindo e decidindo objetivos políticos desta relação, bem como estabelecer os critérios de controle e atuação dos diferentes atores deste cenário.

Indo mais adiante, cremos também ser necessário, revisitar os aspectos epistemológicos da relação entre ciência e tecnologia, desmistificando o caráter neutro e autônomo da ciência e da consequente visão simplesmente benéfica da tecnologia.

Por fim, entendemos ser fundamental a criação de mecanismos sociais que possibilitem o acesso ao conhecimento científico, bem como a análise crítica em relação a produção e uso das tecnologias.

Referências

- [1] J. Habermas. Técnica e Ciência Como “Ideologia”. Lisboa: Edições 70 (2006).
- [2] G. S. Aikenhead. STS Education: A Rose By Any Other Name. In: R. Cross (Ed.): A Vision For Science Education: responding to the work of Peter J Fensham. New York: Routledge Falmer (2003), pp 59-75.
- [3] J. L. Luján et al. Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una Introduucción al Studio Social de la Ciencia y Tecnología. Madrid: TENCOS (1996).
- [4] E. M. García Palacios et al. O Que é Tecnologia. In: Introdução aos Estudos CTS, Cadernos de Ibero-América, OEI (2003), pp 35-80.

- [5] W. Bazzo. *Introdução aos Estudos da Ciência, Tecnologia e Sociedade*. Madrid, OEI, (2003).
- [6] E. M. García Palacios et al. *O Que é Ciência, Tecnologia e Sociedade*. In: *Introdução aos Estudos CTS, Cadernos de Ibero-América*, OEI (2003), pp 119-155.
- [7] E. M. García Palacios, J. C. González Galbarte, J. A. López Cerezo, J. L. Luján, M. M. Gordillo, C. Osorio, C. Valdés, *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una Aproximación Conceptual, Cuadernos de Iberoamérica*, OEI (2001).
- [8] G. Fourez. *El Movimiento Ciencia, Tecnología e Sociedad (CTS) y La Enseñanza de las Ciencias*. Perspectivas UNESCO, v.XXV, n.1, mar (1995), pp 27-40.
- [9] G. Fourez. *Alfabetización Científica y Tecnológica: Acerca de Las Finalidades de la Enseñanza de Las ciencias*. Buenos Aires: Ediciones Colihue (1997).
- [10] A. Feenberg. *Critica Theory of Thecnology*. New York: Oxford University Press (1991).
- [11] M. Rather; D. Rather, *Nanotechnology: A Gentle Introduction to the Big Idea*: Prentice Hall (2002).
- [12] B. Bushan. *Springer Handbook of Nanotecnology*. Ohio: Springer-Verlag (2004).
- [13] M. B. Silva. *Nanotecnologia: Considerações Interdisciplinares Sobre Processos Técnicos, Sociais, Éticos e de Investigação*. *Impulso*, 14(35), (2003), pp 75-93.
- [14] L. Olivé. *Problemas Axiológicos y Éticos de la Nanotecnologia, Mundo Nano*. *Revista Interdisciplinaria em Nanociencias y Nanotecnología*, v.1, n.2, jun (2009) , pp 48-60.
- [15] G. Faladori et al. *Características Distintivas del Dessarollo de las Nanotecnologias em América Latina*. *Sociologias*, ano 14, n. 30, mai – ago (2012), pp 330-363.
- [16] H. F. Pastrana., A. Ávila., G. Moreno. *Nanotecnlogia , patentes y la situación em America Latina*. *Mundo Nano*, v. 5. n. 9, jul-dic (2012), pp 57-67.
- [17] S. M. M. Oliveira. *Nanobioética*. *Jornal das Ciências Cognitivas*, fev (2011), pp 1-9.
- [18] P. R. Martins. *Nanotecnologia e Meio Ambiente Para Uma Sociedade Sustentável*. In: (org.). *Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente*. São Paulo: SP, Xamã (2006), pp 114-132.
- [20] A. Schnaiberg. *Contradições nos Futuros Impactos Sócio-Ambientais Oriundos da Nanotecnologia*. In: P. R. Martins (org.).

- Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente. São Paulo: SP, Xamã, (2006), pp 79-86.
- [21] Center for Responsible Nanotechnology. <http://www.crnano.org> (2012).
- [22] Projecto Wise-Nano. <http://wise-nano-org/w/main-page> (2012).
- [23] M. Nalli. Quando as Tecnologias Embaralham Nossas Vidas: As Nanotecnologias. *Estudios Sociales*, jul-dez (2009), pp 277-292.