

O Princípio da Precaução no Ensino de Química para a Regulação Social da Ciência e Tecnologia

The Precautionary Principle in Chemistry Teaching for Societal Regulation of Science and Technology

Leonardo Victor Marcelino

Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – PPGECT,
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
leoviktor@hotmail.com

Carlos Alberto Marques

Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – PPGECT,
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
carlos.marques@ufsc.br

Resumo

Neste trabalho foram analisadas algumas formas históricas de se abordar os riscos químicos, buscando estabelecer uma relação com as atividades biotecnológicas e, de modo especial, sinalizando possíveis contribuições do Princípio da Precaução (PP) para uma nova abordagem dessas questões, como forma de favorecer a participação social nas decisões política, tecnológica e científica que envolvem esse tema. Por fim, ressalta-se o papel da escola em problematizar a gestão de risco tecnocrática, destinada a uma participação social ampla pelo diálogo com as comunidades locais e instituições de ensino superior, possibilitando a apropriação, divulgação e aplicação do PP e a regulação social de decisões envolvendo a ciência e tecnologia.

Palavras chave: Princípio da Precaução, Ensino de Biotecnologia, Ensino de Química

Abstract

This work analyses some historical approaches of the chemistry risks, attempting to relate it to biotechnological activities, signaling feasible contributions of Precautionary Principle (PP) in a new risk approach to societal participation in political, technological and scientific decisions. In conclusion, it highlights the role of school to problematize the technocratic risk management, aiming broad social participation through the dialogue with local communities and superior education institutions, enabling the appropriation, divulgation and application of the PP and the social regulation of decisions related to science and technology.

Key words: Precautionary Principle, Biotechnology Teaching; Chemistry Teaching

Introdução

A biotecnologia é uma área científico-tecnológica em crescimento acelerado, que nas últimas décadas tem impactado a vida da população mundial. Esse impacto é marcado por diversas controvérsias, sejam de natureza social, científica ou tecnológica, permeada de incertezas e riscos. E como a população tem tido historicamente dificuldades de se apropriar dos conhecimentos científicos para se posicionar frente a esses dilemas, há de se questionar as consequências dessa situação, seja no enfrentamento dessas controvérsias, seja o próprio papel que a escola e o ensino de química podem desempenhar nesse cenário.

A sociedade industrial caminha para o que Beck (1998, *apud* HAMMERSCHMIDT, 2002) denomina de *sociedade de risco global*, devido aos enormes impactos científico-tecnológicos, em grande parte já identificados pela própria ciência e divulgados pela mídia. Não obstante, sabe-se que os riscos não são mais locais e simples, mas assumem características *multidimensionais*, complexas, irreversíveis, ubíquas e manifestadas em longo prazo, trazendo consigo muitas incertezas (HAMMERSCHMIDT, 2002; LUCHESI, 2011). O reconhecimento dessas incertezas leva à tomada de consciência de um risco global, que seja o “da possibilidade de autodestruição real de todas as formas de vida no planeta” (HAMMERSCHMIDT, 2002, p. 100).

Assim, muitas esperanças e dúvidas cercam as biotecnologias, e as inseguranças incluem a possibilidade de discriminação entre pessoas, o que Klein (2011) denominou de uma nova forma de eugenia. Sobre os transgênicos, por exemplo, se questiona sobre o seu possível caráter alérgico e tóxico, principalmente pelo uso contínuo em longo prazo; sobre as possibilidades de cruzamento com plantas nativas, ameaçando a biodiversidade; bem como sobre a criação de resistências à antibióticos, entre outros (SLOVIC, 1987, *apud* VICTORINO, 2000).

Mas, toda essa evolução na biotecnologia não seria possível sem os conhecimentos químicos. A biotecnologia atual é fortemente influenciada pela engenharia genética, que se baseia no sequenciamento, recombinação e síntese química do DNA, bem como na reação em cadeia da polimerase (VICTORINO, 2000). Com esse simples exemplo, destacamos a inegável a relação da biotecnologia com a química e o papel que os químicos desempenham no seu desenvolvimento, o que os fazem também parte responsável por seus efeitos e em buscar alternativas químicas mais seguras (ANASTAS e WILLIAMSON, 1996). Essas alternativas mais seguras da atividade química são formas de se abordar o risco que precisam ser discutidas quanto às suas contribuições para uma educação química para a regulação social da ciência e tecnologia.

Não obstante, Hammerschmidt (2002) e Luchesi (2011) alertam para os interesses subjacentes às ações de gestão dos riscos, entre os quais estão as lógicas econômicas e políticas, muitas vezes mascaradas como ações de proteção aos cidadãos. Todavia, as formas de gestão tradicionais estão fortemente pautadas no frágil e insuficiente *paradigma do risco*, uma estrutura de ação fechada em torno de manifestações restritas a tecnólogos e cientistas, desconsiderando a participação da sociedade como um todo. Aqui, como Thornton (2000) o fez, defende-se uma forma de gestão do risco renovada, baseada no princípio da precaução, chamada de *paradigma ecológico*.

Ao analisar algumas formas históricas de se abordar os riscos químicos, buscam-se contribuições do Princípio da Precaução (PP) para uma nova abordagem desses temas, que contribua para a participação social ampla nas decisões política, tecnológica e científica. Por fim, ressalta-se e argumenta-se sobre a importância de estabelecer relações entre a forma precavida de abordar os riscos como parte integrante dos conteúdos escolares de química,

objetivando uma educação científica para tomada de decisões sobre as ações da ciência e tecnologia.

Gestão de Riscos

Ewald (1996, *apud* BRUNET, DELVENNE e JORIS, 2011) descreve três momentos históricos distintos pela maneira de se abordar o risco. O primeiro concebe o “risco” como uma fatalidade, ou um destino, sendo mais bem denominado de *perigo*, baseando-se na responsabilidade individual e na virtude moral, intrinsecamente relacionado com o liberalismo do século XIX, sem apoio político ou econômico, dependendo de o sujeito agir com prudência e cuidado. A gestão do risco é local, de responsabilidade exclusiva dos diretamente envolvidos na atividade (indústria e trabalhadores).

O segundo coincide com o estado de bem-estar social no século XX. Com o fortalecimento da ciência e tecnologia (C&T), os perigos se convertem em riscos e surge a prevenção. Guiada pela visão positivista da C&T, são estabelecidas metodologias para se quantificar o risco, atribuindo-lhes valores, padrões de aceitabilidade, considerando-o, em certo grau, inerente à atividade humana, culminando num sistema de compensação do risco — as indenizações (BRUNET, DELVENNE e JORIS, 2011). Thornton (2000) chama essas ideias de *paradigma do risco*.

O terceiro se baseia na busca pela segurança, em um mundo em que os riscos passam a ter papel primordial no período pós-guerras. A partir da década de 60 surge a consciência das perturbações sociais e ambientais e da necessidade de mecanismos para lidar com os riscos da atividade científica e tecnológica. Somente a partir da década de 70 houve a “percepção de que a sociedade industrial e — contemporaneamente, a sociedade tecnológica — se baseiam não apenas na produção e distribuição de bens, mas de bens e de ‘males’” (YOSHIDA, 2005, *apud* LUCHESE, 2011, p. 17).

Na área da química, as formas tradicionais de se minimizar esses males relacionados aos processos químicos se pautaram na redução do “limite de exposição, pelo controle dos chamados fatores circunstanciais”, como uso, disposição, tratamento, etc. (POLIAKOFF et al., 2002, p. 807, tradução nossa). Esse modo de agir faz parte de um sistema maior, o *paradigma de risco* (PR), que é baseado na *capacidade assimilativa* do ambiente em absorver e degradar poluentes, sem danos, e na suposta existência de um *grau de exposição* ao qual os organismos podem ser expostos com pouco ou nenhum efeito adverso (THORNTON, 2000). Com a *licença de poluição* como artefato central e baseado na *avaliação de risco*, esse paradigma é criticado por suas seis falhas: Falha 1 – resistência à degradação e concentração pela cadeia alimentar de substâncias tóxicas. Logo, a *capacidade assimilativa* do ambiente é zero e a *licença de poluição* não pode ser maior que zero. Falha 2 – desconsiderar a dispersão global do dano e a simultaneidade e continuidade de milhares de outras fontes poluidoras. Falha 3 – desconsiderar os efeitos sinérgicos que aumentam a toxidez e complexidade de uma mistura. Falha 4 – não há pesquisas científicas suficientes sobre os riscos de substâncias, mesmo individuais. Falha 5 – é que mesmo rotas sintéticas controladas geram produtos indesejáveis e muitos outros desconhecidos. Falha 6 – é a ineficácia das tecnologias de controle e descarte, pois só mudam o tempo, a forma e o local da exposição (THORNTON, 2000).

Em contrapartida, Thornton (2000) propõe a adoção de um *paradigma ecológico*, apoiado no princípio da precaução (PP). Esse princípio aparece de forma explícita em 1992 na Conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92), por meio da Declaração do Rio. Em 1992 um consórcio de organizações ambientais norte-americanas forma a Rede de Ciência e Saúde Ambiental (Science and Environmental Health Network –

SEHN) para promover o PP, formulando uma definição para ele em 1998:

Quando uma atividade representa ameaças de danos ao meio-ambiente ou à saúde humana, medidas de precaução devem ser tomadas, mesmo se algumas relações de causa e efeito não forem plenamente estabelecidas cientificamente. Neste contexto, cabe ao proponente da atividade, ao invés do público, o ônus da prova. O processo de aplicação do princípio da precaução deve ser aberto, informado e democrático, além de incluir as partes potencialmente afetadas. Deve-se também incluir um exame de variadas alternativas, incluindo qualquer ação (SEHN, 1998, p. 1, tradução nossa).

Enquanto o princípio da prevenção se baseia na certeza científica da ocorrência de um dano ambiental para a tomada de ação, o PP é mais abrangente e o antecede ou determina a prevenção: diz que na ocorrência de indícios de degradação, ainda que não haja comprovação científica do dano ou de sua relação causal, a ação deve ser evitada. Ou seja, a precaução se destina a evitar situações potencialmente arriscadas, ainda que não haja prova científica. Trata-se de uma forma de aversão ao risco (LUCHESE, 2011).

Entretanto, a precaução é um conceito ainda pouco debatido (especialmente na química), cuja aplicação é incerta. Releituras são apresentadas em outros documentos sobre a proteção ambiental, levantando questões sobre qual a extensão do dano é considerada grave, sobre o que seria a certeza científica absoluta e quais ações devem ser tomadas para atender a esse princípio. Entretanto, nesse artigo, foca-se na relação entre o princípio e a regulação social da C&T, o que de certa forma abarca os problemas acima.

Tecnocracia no paradigma de risco

A fragilidade do sistema de responsabilidade individual, primeiro período de gestão do risco, foi exposta em grande parte pelo seu caráter social (ou antissocial) excludente. Entretanto, o paradigma do risco apresenta falhas mais complexas, como já descritas. Uma delas, a qual se discute nesta seção, é a da participação de atores sociais no *paradigma do risco* (PR).

O PR é baseado na avaliação quantitativa cuja tarefa é complexa e técnica, um processo hermético, restrito à participação de especialistas da área científica e tecnológica e que não permite, portanto, a participação ampla de outros agentes sociais. Seus resultados seguem uma linguagem própria, inteligível apenas para os iniciados, sendo que poucas ações se destinam a explicá-los ou traduzi-los (LUCHESE, 2011).

No *paradigma do risco*, parte-se do princípio que há uma quantidade mínima de efeitos nocivos que pode ser administrada ao meio ambiente e, conseqüentemente, ao homem (capacidade assimilativa). A análise de risco almeja quantificar os potenciais danos e estabelecer a dosagem máxima permitida de causadores de efeitos nocivos a serem liberadas pelo processo: ação baseada na emissão de permissões de funcionamento. Caso haja suspeita de ultrapassagem desse limite, com imputação de danos severos ou irreversíveis, cabe ao acusador levantar provas de seu argumento, enquanto o acusado é considerado inocente e pode até continuar a realizar suas atividades. Caso seja comprovado o dano, prevê-se, geralmente, uma compensação financeira na forma de indenização (MELO, 2008).

No PR, parte-se de uma definição científica e de “senso comum” de risco, quantifica-o científica e tecnologicamente, para que então seja feita uma decisão política com base nesses dados (LUCHESE, 2011, 32). Logo a participação social fica restrita à representação política e fugazmente na ideia de “senso comum”. Mas há de se pensar que no “senso comum” há uma infinidade de “sensos”, representativos de diversas classes sociais, o que o torna uma arena de disputas de interesses distintos. Não há um “senso comum”, mas um “senso” que se veste de comum e que acaba por concretizar **uma** visão de mundo. A palavra final, no entanto, está alicerçada nos relatórios técnico-científicos, sem se questionar quem são esses cientistas e

quais os interesses que permeiam suas pesquisas.

O foco excessivo no papel do especialista (cientistas e tecnólogos) e nas suas ferramentas técnicas (estatística, “método científico”, etc.) corrobora para a visão de ciência e tecnologias *neutras, absolutas e salvacionistas*. *Neutras*, pois induzem a ideia de seus praticantes não terem interesses em seus estudos e por não considerarem que estes estão inseridos em um contexto histórico-cultural que orienta o olhar para determinados problemas e soluções. *Absolutas*, uma vez que passam a imagem de serem as únicas capazes de emitir um juízo adequado para o fato, desconsiderando o papel de outros agentes sociais, e omitindo os valores, princípios e ideologias que estão em jogo. Decorre seu *salvacionismo*: a crença de que podem resolver todos os problemas (seja da natureza física, química ou biológica, ou da esfera social). São o que Auler e Delizoicov (2001) chamam de mitos a serem superados pela educação.

Regulação social da C&T pelo princípio da precaução

Em contrapartida, o *paradigma ecológico* (THORNTON, 2000) incorpora o PP para formar seus quatro pilares da ação química: 1) **Descarte zero**, prevenindo acumulação e evitando qualquer descarte, negando a *capacidade assimilativa*; 2) **Produção limpa**, reprojetoando produtos e processos para evitar uso e geração de produtos tóxicos; 3) **Ônus reverso**, baseando o controle de substâncias em provas da segurança na produção e uso, ao invés de buscar base em indícios de perigo do uso para o meio ambiente, ou de considerar a falta de provas um indício de segurança; 4) **Controle de classes de produtos químicos**, pois não há como gerenciar as substâncias em separado.

Assim, para que uma ação, especialmente as que envolvem os conhecimentos químicos, seja desenvolvida é necessário que seu proponente ateste sua segurança por meio de estudos científicos, considerando que não há limite de exposição segura, nem capacidade assimilativa dos sistemas orgânicos, implicando em uma produção limpa. Em caso de surgimento de danos, ainda que uma relação causal com a ação não seja estabelecida cientificamente, ou ainda que evidências de um impacto futuro sejam levantadas, torna-se necessário uma intervenção, até mesmo a paralisação, sobre a atividade desenvolvida, cabendo não a quem denuncia o problema, mas quem realiza a atividade, provar seu argumento (inversão do ônus da prova) (MELO, 2008). Entretanto, os parâmetros para testar e determinar a segurança, o que decorre da concepção de quais são os fatores de risco, não são completamente definidos, uma vez que a ciência sozinha não pode oferecer as respostas, devido às incertezas e complexidades do problema em questão e tampouco podem se avaliar riscos ainda desconhecidos (LOFSTEDT, 2003).

Enquanto o PR (tecnocrático) se baseia em uma pretensa “certeza científica”, apoiada em princípios falhos como neutralidade, objetividade e desenvolvimento cumulativo da C&T¹, o *paradigma ecológico* coloca em xeque essa concepção ingênua da atividade científico-tecnológica, recorrendo ao PP como seu eixo estruturador. Isso implica na destituição do poder unicamente na análise quantitativa de risco para determinar e quantificar os impactos, atribuindo à sociedade a discussão dos riscos que acha aceitável, dando-lhe voz para expor sua preocupação e atribuindo a quem tem mais recursos o ônus da prova. Entretanto, pesquisas de caráter público são necessárias para levantar a existência de riscos ainda desconhecidos, servir de comparação aos dados produzidos pelas pesquisas dos grandes conglomerados econômicos e para a discussão dos impactos que a sociedade quer evitar.

¹ Vários epistemólogos alertam para a queda desses mitos, como Fleck (2010), Kuhn, Popper entre muitos outros (CHALMERS, 1993).

O processo de discussão e estudo baseado no PP pode levantar as contradições entre interesses, fazendo que esse conceito tenha várias interpretações. Luchesi (2011) considera que há uma apropriação pela Organização Mundial do Comércio (OMC) de uma visão do PP na regulamentação do comércio agrícola, como dos alimentos geneticamente modificados, devido ao seu dano potencial em maior escala. O Acordo sobre Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias prevê que caso surja um risco, mesmo sem prova científica de sua ocorrência ou relação causal, medidas de restrição do comércio devem ser adotadas, mas em caráter **provisório**, fornecendo tempo para que pesquisas científicas sejam realizadas e para que uma avaliação revisada dos riscos seja feita. Para o autor esse caráter provisório enfraquece o PP, em virtude do medo entre os participantes do acordo de que esse princípio seja usado como forma de realizar restrições comerciais, com base nos interesses de se fortalecer um mercado em detrimento de outro (LUCHESE, 2011).

Esse fortalecimento/enfraquecimento pelo PP de determinadas instituições sobre outras pode ser visto na polêmica dos transgênicos na Europa. Mediante as incertezas levantadas por pesquisadores, a comercialização e plantio desse tipo de alimento foram barrados no continente como forma de precaução, de modo que as pesquisas científicas foram intensificadas, como meio de clarear as dúvidas. Logo, a atividade científica foi reforçada pelo princípio, em detrimento da atividade econômica, que teve poder reduzido. Em contrapartida, a pesquisa científica também pode enfrentar condicionamentos, por exemplo, quando se trata da bioética, restringindo-se a pesquisa com células-troco embrionárias, fortalecendo outras instituições sociais, como a política e a religião (BRUNET, DELVENNE e JORIS, 2011).

O PP tem espaços, tempos e escopo limitados. As pressões dos agentes subpolíticos – que têm papel na transformação social, mas não estão sob controle democrático, como a mídia, economia, ciência, etc. – são muito fortes e organizadas, vide a interferência das multinacionais nas decisões políticas e do setor agroeconômico para a liberação do comércio de transgênicos. É necessária uma organização da sociedade em geral como forma de resistência ao domínio de interesses de pequenos grupos. Assim, a participação social na análise de risco não é necessariamente contrária à ciência, pois em conjunto elas podem levantar questões alternativas ou negligenciadas, perspectivas marginalizadas, triangular contradições, testar sensibilidades a abordagens diferentes, considerar incertezas ignoradas, e examinar diferentes possibilidades e opções de ação (STIRLING, 2008 *apud* BRUNET, DELVENNE e JORIS, 2011).

Implicações Educacionais

O PP possibilita a participação social atribuindo a amplos setores a possibilidade de intervir em uma ação pelo levantamento e exposição de riscos significativos à saúde humana e ao ambiente. Entretanto, a definição e avaliação dos riscos tem que levar em conta amplo diálogo social. Nesse sentido, a escola pode contribuir por meio de dois objetivos: problematizar a gestão de risco atual e apresentar o PP à comunidade; e agir como espaço de discussão dos riscos e impactos de uma atividade científica e tecnológica.

Assim, a escola agiria no sentido de romper com os mitos que imobilizam por posturas fatalistas a ação pública. Atualmente, o fatalismo está na entrega do destino público e compartilhado à tecnocracia. Para superá-lo é preciso mais do que mudança conceitual, é necessária uma discussão crítica da atividade da C&T (AULER e DELIZOICOV, 2001), superando a confiança excessiva na capacidade dessas instituições em gerir os riscos. Trata-se de um *desvelar* da realidade: dos valores e princípios que subjazem as tomadas de decisões, de seu caráter contraditório e da possibilidade de *ser mais* (FREIRE, 1983), ou seja, de poder

participar ativamente de sua vida, o que pode ser conseguido pela incorporação do PP na gestão de riscos como já defendido.

As Instituições de Ensino Superior (IES), que são as principais produtoras de conhecimento científico e tecnológico no Brasil, bem como os cientistas em geral, como os químicos, têm um importante papel no levantamento dos riscos de uma atividade tecnológica e científica, mas como já relatado, não têm autonomia para decidirem sozinhos os valores e princípios em que baseiam suas decisões, arriscando-se a incorrer em tecnocracia (DELIZOICOV e AULER, 2011). Torna-se necessária, portanto, a relação das instituições de pesquisa, principalmente as envolvidas com o ensino superior, e a sociedade, de modo a garantir uma participação mais democrática.

Por meio de uma relação dialógica, universidades e comunidade podem trabalhar juntas para a produção de conhecimentos científicos e tecnológicos que atendam às demandas específicas da sociedade, além daquelas normalmente consideradas na academia, tomando sempre o PP como orientador de suas ações em caso de incerteza. Esse seria um momento de ambos os grupos, especialistas e população, entenderem melhor a atividade que será desenvolvida, discutirem os possíveis impactos e também dialogarem sobre os valores, princípios e expectativas que subjazem suas percepções, construindo uma base científica e axiológica dos riscos levantados, numa forma de construção e negociação de uma alternativa possível de ser realizada respeitando a precaução.

A escola básica funcionaria como mediadora dessa relação, possibilitando um lócus de interação, em que os pesquisadores participariam da *investigação temática* – que consiste no levantamento da realidade da comunidade, para identificação de suas situações-limites a serem problematizadas no ato educativo que se segue, para sua superação e transformação (FREIRE, 1983; 2011) –, levantando as situações mais significativas da população e que podem ser discutidas dentro de suas áreas. Não obstante, poderiam apresentar suas pesquisas no ambiente escolar, de modo a incluir no design de novas tecnologias os anseios e avaliar os receios da população. Logo, isso implicaria na adoção de uma postura mais reguladora das atividades da C&T por parte das IES, bem como de uma ação mais socialmente participativa, considerando o diálogo com a população um de seus fundamentos. Assim como a escola assumiria o seu papel – em problematizar a imagem de C&T e discutir os impactos de uma atividade – as IES também seriam *reinventadas* (DELIZOICOV e AULER, 2011), incorporando o PP em sua forma de pesquisar e se relacionar com a comunidade.

Conclusão

A biotecnologia é uma área científico-tecnológica de caráter multidisciplinar, tendo na química uma das bases de seu desenvolvimento. Os produtos biotecnológicos, como os transgênicos, são permeados de incertezas quanto aos seus potenciais riscos. Dentro da química, historicamente são adotadas formas distintas de abordar o risco, que podem ter alguma influência sobre a atividade da biotecnologia, pela sua relação com a química.

Ao se deparar com os limites da ciência em prever e controlar esses riscos, o PP surge propondo a tomada de ações na falta de certezas científicas, bem como rompendo com a ideia de uma capacidade assimilativa do dano pelo ambiente. Tal princípio, como base do *paradigma ecológico*, possibilitaria a inversão do ônus da prova, colocando a responsabilidade de comprovações da segurança do processo sobre quem o faz e, não obstante, possui mais recursos.

Defende-se a educação progressista, próxima dos estudos CTS, como meio de a sociedade se apropriar dos conhecimentos científicos para participar ativamente dos debates sobre os riscos

as quais está submetida. Essa educação inicia com o estudo da realidade da comunidade (a *investigação temática*), momento em que as concepções de risco, as situações-limite e modo de agir e conhecer são levantados e depois problematizados, a fim de possibilitar a ação conjunta e organizada da sociedade nas decisões que lhe concernem (FREIRE, 2011). Não obstante, uma parceria entre escolas, comunidade e instituições de ensino superior (geralmente fontes de pesquisas científicas), é importante para a identificação, mas também discussão, dos riscos inerentes às atividades científico-tecnológicas, configurando-se como um meio de participação democrática nas decisões da ciência e tecnologia.

Referências

- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 1-13, jun. 2001.
- ANASTAS, P. T.; WILLIAMSON, T. C. Green Chemistry: An Overview. In: ANASTAS, P. T.; WILLIAMSON, T. C. **Green Chemistry: Designing Chemistry for the Environment**. Washington: American Chemical Society, 1996. Cap. 1, p. 1-17.
- BRUNET, S.; DELVENNE, P.; JORIS, G. O princípio da precaução como uma ferramenta estratégica para redesenhar a (sub)política: compreensão e perspectivas da ciência política de língua Francesa. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 13, n. 26, 2011 .
- CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.
- DELIZOICOV, D.; AULER, D. Ciência, Tecnologia e Formação Social do Espaço: questões sobre a não-neutralidade. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.4, n.2, p.247-273, novembro 2011.
- FLECK, L. **Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.
- FREIRE, P. **Extensão ou Comunicação**. 7ª. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.
- _____. **Pedagogia do Oprimido**. 50ª. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.
- HAMMERSCHMIDT, D. O risco na sociedade contemporânea e o princípio da precaução no direito ambiental. **Revista Seqüência**, n. 45, p. 97-122, dez. de 2002.
- KLEIN, T. A S. **Perspectiva Semiótica Sobre O Uso De Imagens Na Aprendizagem Significativa Do Conceito De Biotecnologia por Alunos do Ensino Médio**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina, Londrina PR. 2011
- LUCHESE, C. U. **Considerações sobre o Princípio da Precaução**. São Paulo: SRS, 2011.
- MELO, G. K. R. M. M. Inversão do ônus da prova em matéria ambiental com fundamento no princípio da precaução. **Revista Jus Vigilantibus**, sexta-feira, 1º de agosto de 2008.
- POLIAKOFF, M. et al. Green Chemistry: Science and Politics of Change. **Science**, v. 297, n. 5582, p. 807-810, ago. 2002.
- SEHN. **Wingspread Statement on the Precautionary Principle**. Wingspread Conference Center: Wisconsin, 1998. Disponível em: <<http://www.sehn.org/wing.html>>. Acesso em: 04 out. 2013.
- THORNTON, J. W. Beyond risk: an ecological paradigm for persistent organic pollutants. **International Journal of Occupational and Environmental Health**, n. 4, p. 318-330, out/dez 2000.