

PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO: CONSIDERAÇÕES EPISTEMOLÓGICAS SOBRE O PRINCÍPIO E SUA RELAÇÃO COM O PROCESSO DE ANÁLISE DE RISCO¹

*Frederico Gonçalves Cezar²
Paulo César Coelho Abrantes³*

RESUMO

O artigo analisa, segundo uma perspectiva epistemológica, o Princípio da Precaução – princípio de direito ambiental largamente invocado em debates judiciais e administrativos sobre a liberação comercial de avanços tecnológicos, especialmente na área de biotecnologia. Partindo-se da redação dada pela Declaração do Rio de 1992, defende-se a possibilidade de distintas interpretações para o Princípio da Precaução, que variam segundo pressuposições assumidas em relação ao conhecimento científico e tecnológico e quanto às etapas da Análise de Risco a que o Princípio deve se referir. O artigo inclui uma abordagem histórica sobre diferentes redações atribuídas ao Princípio, em diversos documentos e legislações, e uma análise da sua estrutura, acompanhada de uma investigação epistemológica mais geral sobre a noção de certeza científica e sobre a natureza das previsões tecnológicas.

Palavras-chave: gestão de risco, direito ambiental, filosofia da ciência, filosofia da tecnologia, previsão tecnológica.

PRECAUTIONARY PRINCIPLE: EPISTEMOLOGICAL CONSIDERATIONS ABOUT THE PRINCIPLE AND ITS RELATIONSHIP WITH THE RISK ANALYSIS PROCESS

ABSTRACT

This paper analyzes, from an epistemological perspective, the so called ‘Precautionary Principle’ – an environmental law principle broadly invoked in judicial and

¹Aceito para publicação em junho de 2003.

² Advogado, Mestre em Filosofia pela Universidade de Brasília – UnB –, analista de Estudos da Confederação Nacional da Indústria – CNI –, SQSW 504, Bl. H, Aptº 403, Brasília, DF, CEP 70673-508, Fone: (61) 317-9338, Fax.: (61) 317-9330. E-mail: fgoncalv@cni.org.br

³ Doutor em Filosofia pela Universidade de Paris I (Sorbonne), professor de Filosofia da Universidade de Brasília – UnB –, SQN 416, Bl I, Aptº 306, CEP 70879-090, Fone: (61) 307-2728. E-mail: abrantesc@unb.br

administrative debates concerning the commercial liberation of new technologies, especially in the biotechnological domain. Starting with the phrasing stated in the 1992 Rio Declaration, we argue that different interpretations of the Precautionary Principle are possible. These interpretations vary according to presuppositions concerning the nature of scientific and technological knowledge as well as the Risk Analysis' stages in which the Principle is applied. The paper includes a historical overview of different phrasings of the Principle, which can be found in different documents and legislations, and an analysis of its structure, alongside a general epistemological analysis of the notion of scientific certainty and of the nature of technological predictions.

Key-words: risk management, environmental law, philosophy of science, philosophy of technology, technological prediction.

INTRODUÇÃO

Nas últimas 4 décadas, a proteção ao meio ambiente consolidou-se como um objetivo primordial para a humanidade. A noção de que o desenvolvimento econômico e social pode ser considerado independentemente de uma preocupação com a manutenção da diversidade biológica apresenta-se, cada vez mais, como um parâmetro ultrapassado e inaceitável. Em nossos tempos, a busca por um desenvolvimento sustentável, com o equilíbrio entre a atividade econômica, o bem-estar social e a preservação da natureza, assumiu vulto de meta global.

O meio jurídico, tanto nos ordenamentos internos como no âmbito do direito internacional, absorveu essa preocupação, incorporando normas e princípios que buscam assegurar a preservação ambiental em benefício da saúde e qualidade de vida da presente geração e das futuras⁴. Dentre os vários instru-

⁴ Nesta perspectiva ampla sobre benefícios da preservação ambiental, deve-se salientar que a biodiversidade – considerada tanto no âmbito dos ecossistemas como da variabilidade das espécies e dos códigos genéticos – ganha imensa relevância para a realização de pesquisas e para o desenvolvimento de tecnologias capazes de aperfeiçoar ou desenvolver processos industriais e produtos. Segundo este viés, a biodiversidade é compreendida como um bem econômico estratégico: um manancial de “conhecimentos” cristalizados em sistemas e estruturas complexas advindo de um longo processo evolutivo e cujo comprometimento representa uma perda incomensurável para a humanidade. Os recentes avanços na biologia molecular e na engenharia genética colaboraram, sobremaneira, para essa valorização da diversidade biológica também segundo o ponto de vista econômico.

mentos jurídicos criados sob esse propósito, ganha destaque o intitulado Princípio da Precaução – princípio de direito ambiental que regula a adoção de medidas de proteção ao meio ambiente em casos envolvendo ausência de certeza científica e ameaças de danos sérios ou irreversíveis⁵.

A investigação mais detalhada sobre o princípio demonstra que este suscita tópicos de significativa relevância epistemológica, ao lado de suas implicações éticas e jurídicas, em geral mais ressaltadas. Defenderemos neste trabalho que as diversas e por vezes antagônicas interpretações e aplicações propostas para o Princípio da Precaução baseiam-se em diferentes pressuposições assumidas quanto à natureza do conhecimento científico e tecnológico. Além disso, ainda dentro dessa abordagem preponderantemente epistemológica, aqui desenvolvida, verifica-se que a relação desse princípio com o processo de Análise de Risco é altamente complexa.

Portanto, este trabalho assume como objetivo debater questões epistemológicas suscitadas pelo referido princípio. Tendo em vista as suas diversas redações em diferentes ordenamentos e em diversas normas legais, bem como as características peculiares que lhe são atribuídas pela doutrina jurídica e pela jurisprudência, será feito, preliminarmente, um breve histórico das suas principais formulações.

A investigação mais detalhada sobre as implicações epistemológicas do Princípio da Precaução adotará, em seguida, a sua formalização na Declaração do Rio/92. A partir dessa redação, será construído um panorama de interpretações cabíveis para o princípio possibilitadas por:

- Imprecisões na mencionada formalização.
- Noções epistemológicas previamente assumidas na sua aplicação.
- Pela forma com que é concebida a interação do Princípio da Precaução com o processo de Análise de Risco.

⁵ Dentro desse comentário preliminar sobre a abrangência de aplicação do Princípio, cabe lembrar que a noção de meio ambiente é, para esses fins, costumeiramente entendida de uma forma abrangente, englobando o próprio ser humano – de modo que o Princípio da Precaução é também invocado em casos de ameaças à saúde humana.

PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO

Histórico

O Princípio da Precaução foi idealizado, inicialmente, pelo Direito Germânico, no início da década de 70. Na essência daquele *Vorsorgeprinzip* estava a idéia de que a sociedade poderia evitar danos ambientais a partir de cuidadosos planejamentos que evitassem a instalação e propagação de atividades potencialmente causadoras de degradação ambiental (Machado, 2000, p. 49).

Dentro do ordenamento daquele país, a mais importante implementação do princípio está contemplada no *Ato de Poluição do Ar* de 1974. Nesse ato, estipula-se que o possuidor de uma planta técnica é obrigado a tomar medidas de precaução, para evitar o dano ambiental, com a ajuda de instrumentos ou mecanismos que correspondam às técnicas avançadas disponíveis para a limitação da emissão de poluentes (Hey, 1992, p.308).

Esse princípio do direito alemão passou a ser largamente invocado na tentativa de implantação de políticas mundiais de preservação do meio ambiente, como as de combate à chuva ácida e ao aquecimento global. Assim, ele passou a ser contemplado em diversos instrumentos de política internacional que buscavam controlar atividades tidas como potencialmente causadoras de graves danos ambientais, independentemente de se ter uma “certeza científica” sobre a real vinculação entre essas atividades e os danos presumidos.

Seguem alguns exemplos de acordos internacionais que absorveram o Princípio da Precaução:

- A Declaração Ministerial da Segunda Conferência do Mar do Norte (London Declaration) estabelece que:

“De modo a proteger o Mar do Norte de efeitos possivelmente danosos das substâncias mais perigosas, é necessária uma abordagem precautória - o que pode requerer o controle da entrada de tais substâncias mesmo antes de uma relação causal ter sido estabelecida por evidências científicas absolutamente claras.” (International Conference on the Protection on the North Sea, 1987, art.7)

- Na Conferência Internacional do Conselho Nórdico sobre a Poluição dos Mares de 1989, fica explicitado, no seu comunicado final, que o Princípio da Precaução deve ser aplicado para:

“...salvaguardar o ecossistema marinho, entre outras coisas, da eliminação e prevenção de emissões de poluição onde houver razão para acreditar que os danos ou efeitos prejudiciais sejam prováveis de serem causados, mesmo quando haja evidência científica inadequada ou inconclusiva para provar uma relação causal entre emissões e efeitos .” (American Plastics Council, 2003).

- Na Convenção de Bamako de 1991 (Organization of African Unity, 1991), para o controle da movimentação transfronteiriça e do manejo de resíduos perigosos na África, ficava estabelecido que:

“... cada grupo deve se esforçar para adotar e implementar a abordagem preventiva e precautória para os problemas de poluição que implica, inter alia, prevenir a liberação no meio ambiente de substâncias que podem causar dano a humanos ou ao ambiente sem esperar por provas científicas sobre esse dano.”

Há de se observar que, na forma inicial dada pelo direito germânico, o Princípio da Precaução ainda não apresentava, explicitamente, a preocupação de delimitar a atuação do conhecimento científico na decisão sobre medidas de preservação ambiental ante às atividades potencialmente danosas. Geraldo Eulálio do Nascimento e Silva dá-nos uma idéia sobre o contexto em que surgiu essa preocupação, a qual seria, conforme já ilustrado, posteriormente inserida em vários acordos internacionais como um dos elementos do Princípio da Precaução:

“Quando das discussões que antecederam a assinatura da Convenção de Viena sobre a proteção da camada de ozônio (1985), foi aceita uma regra interpretativa do Preâmbulo, segundo a qual as medidas destinadas a proteger a camada de ozônio de modificações devidas a atividades humanas devem ser baseadas em considerações científicas e técnicas pertinentes. Na ocasião, alguns peritos emitiram conceitos que muito se assemelham à filosofia que seria acolhida mais tarde pelo princípio da abordagem preventiva⁶. O perito dos Estados Unidos lembrou que, segundo estudos realizados, existia o perigo de uma ameaça substancial à camada de ozônio e que, levando em conta que

⁶ Não há, nessa citação, um compromisso com a distinção entre precaução e prevenção. A expressão “abordagem preventiva” remete à expressão em inglês *precautionary approach*, adotada na formulação do Princípio da Precaução na Declaração do Rio de 1992. Numa tradução mais comprometida com a referida diferenciação, essa expressão poderia ser traduzida como “abordagem precautória”.

as incertezas científicas deveriam permanecer por muito tempo, era necessário considerar quais seriam as conseqüências numa demora baseada na insistência de dados 100% certos e o erro de não tomar de imediato medidas destinadas a prevenir danos irreparáveis à camada de ozônio. Por sua vez, o perito do Brasil ponderou que, se ficasse provado que a assinatura de uma convenção fora um erro, as conseqüências seriam mínimas; mas, se nada fosse feito e os prognósticos dos cientistas estivessem corretos, as conseqüências poderiam ser irreparáveis” (Silva, 1995, p.55).

Com a Declaração do Rio de 1992, oriunda da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, surgiu a mais representativa formulação do Princípio da Precaução no direito internacional. No Princípio 15 dessa Declaração (United Nations, 1992) fica estabelecido que:

“De modo a proteger o meio ambiente, a abordagem precautória deve ser largamente aplicada pelos Estados de acordo com suas capacidades. Onde houver ameaça de dano sério ou irreversível, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como uma razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.”

Posteriormente a este, vários acordos internacionais passaram a adotar definições semelhantes para o Princípio da Precaução, dentre estes a Convenção da Diversidade Biológica (Brasil, 2000), que é ratificada pelo Brasil. Acrescente-se ainda que em 1998, em Wingspread, nos Estados Unidos, realizou-se reunião com cientistas, legisladores, advogados e ambientalistas para buscar uma definição para o Princípio da Precaução. A Declaração de Wingspread (Precautionary Principle Conference, 1998) define o Princípio da Precaução da seguinte forma:

“Quando uma atividade gera ameaças de dano à saúde humana ou ao meio ambiente, medidas de precaução devem ser tomadas mesmo se algumas relações de causa e efeito não são completamente estabelecidas cientificamente. Neste contexto, o proponente de uma atividade, mais do que o público, deve ter o ônus da prova.”

O princípio da precaução no direito brasileiro

No Ordenamento Jurídico Brasileiro, o Princípio da Precaução é expressamente enunciado em três momentos: I – na Declaração do Rio de Janeiro de 1992; II – na Convenção sobre Diversidade Biológica; III – na Convenção-

Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (Organização das Nações Unidas, 1992).

A seguir, são relacionadas as formulações do princípio nesses três diplomas:

I - Declaração do Rio/92:

“ ... onde houver ameaça de dano sério ou irreversível, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como uma razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.” (United Nations, 1992, Princípio 15).

II – Convenção sobre Diversidade Biológica - Preâmbulo:

“...quando exista ameaça de sensível redução ou perda de diversidade biológica, a falta de plena certeza científica não deve ser usada como razão para postergar medidas para evitar ou minimizar essa ameaça.” (Brasil, 2000, p.7).

III – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, artigo 3º:

“Princípios – 3. As partes devem adotar medidas de precaução para prevenir, evitar ou minimizar as causas da mudança do clima e mitigar seus efeitos negativos. Quando surgirem ameaças de danos sérios ou irreversíveis, a falta de plena certeza científica não deve ser usada como razão para postergar essas medidas, levando em conta que as políticas e medidas adotadas para enfrentar a mudança do clima devem ser eficazes em função dos custos, de modo a assegurar benefícios mundiais ao menor custo possível.” (Organização das Nações Unidas, 1992).

Além dessas formas positivadas do princípio no ordenamento jurídico pátrio, a jurisprudência e a doutrina conferiram outras características ao Princípio da Precaução. Desse modo, conforme interpretado por Paulo Affonso Leme Machado, a aplicação do princípio seria efetivada pela realização do Estudo Prévio de Impacto Ambiental:

“No caso da aplicação do princípio da precaução, é imprescindível que se use um procedimento de prévia avaliação, diante da incerteza do dano, sendo este procedimento o já referido Estudo Prévio de Impacto Ambiental. Outras análises, por mais aprofundadas que sejam, não podem substituir esse procedimento” (Machado, 2000, p.65).

Segundo ainda grande parte da doutrina e da jurisprudência, o Princípio da Precaução implica uma inversão do ônus da prova. Os professores

Alexandre-Charles Kiss e Dinah Shelton⁷, citados por Machado (2001, item 5.6) explicitam que:

“Em certos casos, face à incerteza científica, a relação de causalidade é presumida com o objetivo de evitar a ocorrência de dano. Então, uma aplicação estrita do princípio da precaução inverte o ônus normal da prova e impõe ao autor potencial provar, com anterioridade, que sua ação não causará danos ao meio ambiente”.

Outra criação doutrinária e jurisprudencial relevante é a diferenciação entre a prevenção e a precaução. Havendo certeza sobre a relação de causa e efeito danoso, não se deve falar mais em precaução, mas sim em prevenção. Segundo Tickner & Raffensperger (2002, p.3): “se há a certeza sobre causa e efeito, como no caso do chumbo e da saúde das crianças, então a ação não é mais de precaução, apesar de poder ser preventiva”.

No mesmo sentido, Paulo Affonso Leme Machado faz a seguinte diferenciação entre o Princípio da Precaução (PP) e o Princípio da Prevenção (PV):

“Em caso de certeza do dano ambiental, este deve ser prevenido, como preconiza o princípio da prevenção. Em caso de dúvida ou de incerteza também se deve agir prevenindo. Essa é a grande inovação do princípio da precaução” (Machado, 2000, p. 65).

Dessa forma, verifica-se que o significado atribuído ao Princípio da Precaução por grande parte da doutrina jurídica brasileira e pela jurisprudência remete à definição dada pela Declaração de Wingspread. Sob essa perspectiva, o Princípio da Precaução comporta quatro elementos: I – ameaça de dano; II – inversão do ônus da prova; III – incerteza científica e IV – medidas de precaução.

ESTRUTURA DO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO

Para maior clareza, tendo em vista a análise epistemológica que faremos adiante, propomos uma análise da estrutura do Princípio, tomando por base o seu enunciado na Declaração do Rio/92. A análise restrita a essa particular

⁷ *Traité de Droit Européen de L'Environnement*. Paris: Éditions Frison-Roche. 1995, p.42.

formulação justifica-se pela grande representatividade desta declaração tanto no direito ambiental brasileiro quanto no direito internacional.

Retomemos, portanto, a redação do princípio, segundo essa declaração:

“... onde houver ameaça de dano sério ou irreversível, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como uma razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.”

Para fins dessa análise da estrutura do princípio, adotemos as seguintes convenções simbólicas:

d – dano sério ou irreversível.

Ad – ameaça de dano sério ou irreversível.

CC – certeza científica.

M – medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.

A primeira parte de *PP* informa que ele só se aplica em situações em que haja uma ameaça de *d*. Portanto, segundo essa condição necessária, *PP* não se aplica a casos de certeza de dano ambiental – mas sim a situações em que haja, simplesmente, presunção sobre a possibilidade ou probabilidade⁸ de *d*.

Há de se lembrar que a contenção do dano ambiental efetivo é promovida pela aplicação de *PVe* e não de *PP*. Portanto, a comentada condição inicial reafirma a distinção doutrinária entre esses dois princípios. Adicionalmente, cabe observar que *PP* não indica quem deverá identificar ou como será identificada a situação de ameaça e que critérios deverão ser seguidos para uma caracterização prévia de certos tipos de danos ambientais como sérios ou irreversíveis.

Atendida essa condição, *PP*, em sua segunda parte, informa que $\sim CC$ ⁹ não deve ser utilizada como razão para postergar *M* – ou seja, busca-se assegurar que $\sim CC$ não deve implicar $\sim M$. Nessa segunda parte de *PP*, não é explícito a que exatamente *CC* se refere.

⁸ O termo “ameaça” comporta esses dois sentidos.

⁹ Em linguagem natural, “ausência de certeza científica” - onde “ \sim ” simboliza a negação.

Tendo em vista a distinção entre *PV* e *PP* e o histórico do desenvolvimento e aplicação do *PP* no Direito internacional e interno, que apresentamos na primeira parte deste artigo¹⁰, nos permitimos interpretar que essa ausência de certeza científica diz respeito à previsão de que, dados certos pressupostos, um determinado agente *g* causará *d*¹¹. Com base nessa interpretação, a Tabela 1 apresenta os casos¹² em que se aplicam, respectivamente, *PV* e *PP*:

Tabela 1. Casos em que se aplicam *PV* e *PP*.

Casos	PV	PP
1) CC ($g \rightarrow d$)	X	
2) CC $\sim(g \rightarrow d)$		
3) \sim CC ($g \rightarrow d$)		X
4) \sim CC $\sim(g \rightarrow d)$		X

A primeira linha da tabela, referente ao caso 1, ilustra a distinção, já comentada, entre o Princípio da Precaução e o Princípio da Prevenção. A segunda indica que o único caso onde se afasta por completo a aplicação desses dois Princípios é a da “certeza científica” de que não há uma relação causal entre um agente (*g*) e o dano (*d*).

As duas últimas linhas, referentes aos casos 3 e 4, ilustram o âmbito de alcance do Princípio da Precaução. A redação dada pela Declaração do Rio/92 permite que *PP* seja invocado tanto no caso de “ausência de certeza científica”

¹⁰ Ver formulações do Princípio da Precaução na Declaração Ministerial da Segunda Conferência do Mar do Norte, na Conferência Internacional do Conselho Nórdico sobre a Poluição dos Mares, e na Declaração de Wingspread, mencionadas anteriormente.

¹¹ Este trabalho não se propõe a analisar questões ontológicas, de forma que não é feita uma discussão sobre a causalidade e não há o comprometimento com uma específica teoria da causação. A nossa interpretação para *PP* informa, genericamente, que ele se aplica em casos onde haja ausência de certeza científica, seja quanto à relação causal entre um agente *g* e o dano *d*, seja, simplesmente, quanto à relação inferencial entre enunciados que descrevem *g* e *d*.

¹² Em linguagem natural, os quatro casos são: 1) certeza científica de que um agente *g* causará *d*; 2) certeza científica de que um agente *g* não causará *d*; 3) ausência de certeza científica de que um agente *g* causará *d*; 4) ausência de certeza científica de que um agente *g* não causará *d* - onde “ \sim ” simboliza a negação e “ \rightarrow ” indica uma relação causal entre *g* e *d* ou, simplesmente, uma relação inferencial entre os enunciados que descrevem *g* e *d*.

quanto à existência de relação causal entre um agente e o dano, como no de “ausência de certeza científica” quanto a não existência de relação causal entre agente e dano.

Com base nessas considerações, propomos duas representações simbólicas cabíveis para o Princípio da Precaução:

1ª Se houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, se

$\sim CC [\sim(g \rightarrow d)],$

então se deve adotar M¹³

2ª Se houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, se

$\sim CC [(g \rightarrow d)],$

então se deve adotar M¹⁴

CONSIDERAÇÕES EPISTEMOLÓGICAS SOBRE O PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO

Conhecimento e tomada de decisão

O processo de tomada de decisões comumente se dá em um contexto de incerteza. Seja em foro íntimo como no âmbito institucional, tomam-se decisões cujas implicações econômicas, sociais e ambientais não são completamente antecipáveis. Dada a complexidade das relações sociais, das interações ecológicas e do próprio ser humano e, quanto mais, pela própria impossibilidade da onisciência, as conseqüências mediatas e imediatas de uma determinada decisão não são de todo previsíveis.

¹³ Em linguagem natural: “Se houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis e se houver ausência de certeza científica de que não há uma relação (causal) entre um agente (*g*) e o dano (*d*), devem ser adotadas medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental”.

¹⁴ Em linguagem natural: “Se houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis e se houver ausência de certeza científica de que há uma relação (causal) entre um agente (*g*) e o dano (*d*), devem ser adotadas medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental”.

Conforme ressaltado por Pitt (2000, p.13), o processo decisório pode ser entendido como uma transformação de entradas (inputs) e saídas (outputs). A partir de algo percebido como um problema, atuam o conhecimento disponível e um conjunto predeterminado de valores (entradas). Da composição desses elementos são geradas deliberações que culminam em uma ação prática e/ou um outro processo de decisão (saídas).

O conhecimento disponível – envolvendo a evidência empírica acumulada, as teorias e metodologias aceitas – informa sobre os riscos e possíveis benefícios associados a uma determinada decisão. Dada a natureza do conhecimento e da(s) metodologia(s) pressuposta(s), esse processo fornece, tipicamente, uma previsão probabilística. Os riscos e benefícios de uma dada decisão são, posteriormente, avaliados segundo um determinado padrão de valores. Após esse juízo sobre os riscos e benefícios envolvidos é que se opta por uma determinada linha de ação ou por um novo processo decisório.

É de se notar que o conhecimento que atua na tomada de decisão não é somente o conferido pelas ciências. Simultaneamente, ou exclusivamente, podem exercer influência outros tipos de conhecimento, como o de senso comum ou um conhecimento técnico que prescindia de embasamento científico. Como exemplo, a pessoa que dirige um automóvel toma decisões rápidas e com fortes implicações para o seu bem-estar físico mais com base em noções de senso comum¹⁵ e num conhecimento técnico sobre como funcionam os comandos do veículo do que a partir de aprofundadas noções científicas sobre fatores químicos e físicos envolvidos.

Porém, há de se observar que, especialmente no âmbito institucional, o embasamento científico é altamente considerado como fator determinante na racionalidade das decisões. Seja na formulação de leis, na expedição de atos administrativos, bem como em decisões judiciais, é freqüente a participação de especialistas, cujos testemunhos, pareceres e estudos são tratados privilegiadamente em razão do pretenso caráter científico do qual são revestidos.

Deve-se notar que, de acordo com uma visão contemporânea preponderante, o conhecimento científico é caracterizado, sobretudo, por teorias que são aceitas, em caráter provisório, pela comunidade científica. Dado que as teorias

¹⁵ Na ação de dirigir, faz-se atuante, muitas vezes, uma forma de automatismo inconsciente.

podem ser descartadas ou aprimoradas por essa instituição, reconhece-se que o conhecimento científico é falível e, portanto, mutável¹⁶.

Segundo essa visão, o processo dinâmico pelo qual os cientistas reavaliam constantemente suas concepções e métodos é o que fornece maior confiabilidade às ciências. Conforme esclarece Pitt (2000, p.34), esse processo autocrítico garante que, em relação a qualquer conhecimento que seja demandado, o conhecimento que passa pelo crivo da comunidade científica é, em geral, o melhor disponível naquele momento.

Com base nessas noções, é que, apesar de superada a caracterização tradicional do conhecimento científico como associado a certeza e à infalibilidade, permanece, em grande parte das sociedades contemporâneas, o reconhecimento da ascendência epistemológica desse conhecimento sobre os demais. A partir de uma perspectiva “pragmática”, onde o conhecimento é avaliado de acordo com sua capacidade em proporcionar ações bem-sucedidas, o conhecimento científico é altamente valorizado no mundo contemporâneo.

Princípio da Precaução e epistemologia

O Princípio da Precaução, nas suas diversas formulações, interpretações e aplicações, regula a participação do conhecimento de senso comum e/ou técnico-científico em casos envolvendo potencial dano ao meio ambiente. Portanto, sem desconsiderar a importância da análise ética, política ou sócio-econômica, o princípio suscita uma análise estritamente epistemológica.

Como uma primeira consideração de ordem epistemológica, deve-se observar que o princípio contém a expressão “ausência de absoluta certeza científica”. A sua redação na Declaração do Rio/92 traduz a preocupação de que a “ausência de absoluta certeza científica” poderia ser alegada como razão para adiar medidas de prevenção da degradação ambiental.

Mais do que isso, conforme analisado na Tabela 1, o Princípio da Precaução só não é aplicável em casos de “certeza científica” quanto à ocorrência

¹⁶ Para uma melhor compreensão dessa visão contemporânea preponderante sobre a natureza do conhecimento científico, ver “The demise of the demarcation problem” de Larry Laudan em RUSE, M. But is it science? The philosophical questions in the creation/evolution controversy. New York: Prometheus Books, 1996. p. 335-366.

futura, ou não, de danos sérios ou irreversíveis. Desse modo, há de se investigar o(s) significado(s) da noção de “certeza científica” a que o Princípio da Precaução se reporta.

Conhecimento e certeza

A ‘certeza’ é uma propriedade discutida tradicionalmente em teoria do conhecimento, podendo ser atribuída seja a uma pessoa seja a uma crença ou proposição. Assim, dizemos que uma pessoa tem certeza a respeito de uma crença que possui, ou então que a crença (ou a proposição que constitui o conteúdo da crença) é, ela mesma, ‘certa’¹⁷.

Se acredito com ‘certeza’ (ou estou ‘certo’) de que ‘está muito seco em Brasília hoje’ é porque não tenho razões para colocar a minha crença em dúvida – ela me parece infalível ou imune ao erro.

Podemos também falar que o conteúdo da crença, uma proposição p , é “certa” – por exemplo, de que ‘é certo’ que ‘está muito seco em Brasília hoje’ – no sentido de que as evidências são suficientes para garantir p ¹⁸.

‘Ter conhecimento’ e ‘ter certeza’ parecem estados epistêmicos intimamente associados. Uma das estratégias do cético é, justamente, exigir que tenhamos certeza para termos conhecimento¹⁹. As nossas justificativas para uma

¹⁷ Vários epistemólogos defendem que é mais fundamental o sentido de que uma proposição é certa, e que a certeza de um sujeito pode ser reduzida à primeira certeza: um sujeito só poderia legitimamente estar certo de algo se a proposição que descreve este algo for, ela própria, certa ou garantida (Klein, 1993, p. 62; Luper-Foy, 1993, p. 235). Ver, a seguir, a discussão sobre a verdade de uma proposição como condição para que seja considerada “certa” de modo “absoluto”.

¹⁸ Essas evidências, eventualmente, podem não estar disponíveis ao sujeito. Nesse caso, ele não pode justificar a sua crença na proposição e, portanto, ter ‘certeza’ a respeito da mesma (Audi, 1998, p. 218-219). Dancy (1994) distingue, em certas passagens, ‘certeza’ de ‘infalibilidade’, pois qualificariam coisas diferentes: uma proposição seria ‘certa’ e uma crença ‘infalível’ (p. 55; cf. p. 57). Mas uma noção leva à outra diretamente: se uma proposição é ‘certa’, a crença correspondente é ‘infalível’. Na breve exposição que é feita do fundacionalismo neste texto, não se distingue esses dois usos: ‘certo’ e ‘infalível’ são tomados como sinônimos, predicando tanto crenças quanto proposições. (Haack, 1992) também adota essa postura terminológica (p. 30).

¹⁹ Na discussão a seguir, será admitida a análise tradicional do conhecimento em termos de ‘crença verdadeira justificada’, derivada da doutrina platônica. Não é relevante no momento considerar os problemas colocados a esta análise por Gettier, amplamente discutidos na literatura contemporânea em teoria do conhecimento.

crença subdeterminariam, por exemplo, a sua verdade e, assim, não podemos ter certeza dela; como consequência, não temos conhecimento.

Dois modos de enfrentar esse desafio cético seriam:

- Mostrar que a certeza não é uma condição necessária para se ter conhecimento.
- Mostrar que podemos ter certeza pelo menos com respeito a um subconjunto de nossas crenças e, em seguida, tentar ampliar a nossa certeza para outras crenças.

Vários epistemólogos contemporâneos defendem a primeira estratégia: a certeza seria uma exigência adicional a simplesmente termos conhecimento, ou seja, podemos ter conhecimento mesmo se não temos certeza. A certeza seria relevante somente para asseverações de um sujeito de que possui conhecimento. Mas o sujeito pode ter, de fato, conhecimento mesmo que não tenha certeza a respeito de sua crença e declare, equivocadamente, que não tem conhecimento (Dancy, 1994, p. 24).

A segunda estratégia é adotada, tipicamente, pelos fundacionalistas, para os quais a noção de ‘certeza’ é central. O fundacionalismo designa a posição de que estamos justificados em nossas crenças se elas estiverem ‘apoiadas em bases sólidas’, em algum ‘fundamento’ indubitável. Em termos menos metafóricos, o fundacionalista propõe-se a justificar (todas) as nossas crenças a partir de crenças ‘básicas’ que são tidas como ‘certas’, no sentido de que são indubitáveis ou infalíveis.

O fundacionalista defende que uma crença é justificada se e somente se ela puder ser inferida de crenças básicas das quais temos ‘certeza’, garantia (se não temos como questionar seu status epistemológico). Se admitimos um conjunto de crenças ‘básicas’, podemos tentar justificar (inferencialmente) outras crenças (na melhor das hipóteses, todas as nossas crenças). Há, portanto, dois modos de estarmos ‘certos’ de uma crença: não-inferencialmente (no caso das crenças básicas), ou inferencialmente (no caso das demais crenças).

Certeza absoluta

O qualificativo ‘absoluto’ opõe-se, obviamente, a ‘relativo’. Uma maneira de se entender essa oposição no caso de crenças é com base nos diferentes

papéis que desempenham na justificação do sistema de crenças de um sujeito s : a certeza em uma crença de que p é ‘absoluta’ se e somente se não depender da certeza de outras crenças, mas, ao inverso, que a justificação dessas últimas dependa da crença de que p ²⁰.

Para o fundacionalista, temos, nesse sentido, uma certeza ‘absoluta’ com respeito às crenças básicas: uma certeza não-inferencial, direta, imediata, incondicional, etc. As crenças básicas seriam auto-evidentes, justificando-se a si mesmas²¹. Para as demais crenças, a certeza só pode ser ‘relativa’ na medida em que dependem, para a sua justificação, de um lado, da certeza das crenças básicas e, de outro, da certeza com respeito às relações inferenciais que existam entre elas e as crenças básicas.

O cético exige mais do que uma tal certeza meramente subjetiva, psicológica, de um sujeito s numa crença (que depende de como ela funciona na sua economia judicativa): afinal s pode estar certo de uma crença e esta, ainda assim, ser falsa. O cético exige que haja garantia de que a crença em questão é verdadeira como condição necessária para que seja ‘absolutamente certa’, isto é, indubitável de forma objetiva, e possa então, legitimamente, desempenhar o papel de servir de ‘base’ para justificar outras crenças de s ²².

Certeza sobre a validade de inferências

É comum estender-se o âmbito de aplicação da noção de ‘certeza’ de modo a incluir as inferências, como fizemos ao apresentar o fundacionalismo.

²⁰ Por exemplo, p pode ser a proposição “a umidade relativa do ar em Brasília, em 7 de julho de 2003, era de 20%”. Por ser o resultado de uma medida, realizada por meio de instrumento fidedigno, a crença de p não necessita apoiar-se em outras crenças para ser justificada, se aceitarmos o fundacionalismo. Por sua vez, a crença nesta proposição pode vir a justificar a crença de que “houve uma maior incidência de doenças respiratórias em Brasília nessa data”.

²¹ Outras possibilidades aceitáveis para o fundacionalista, além de as crenças básicas serem auto-justificáveis seriam: a) elas serem justificadas por algo que não é uma crença (por exemplo, um estímulo sensorial); b) elas não exigirem justificação (como, de certa forma, pressupõe a idéia de que são auto-evidentes). Ver Dancy (1994, p. 63).

²² Um modo de assegurar, portanto, um caráter objetivo à propriedade de uma crença ser ‘absolutamente certa’ – atendendo desse modo ao cético – é vincular ‘certeza absoluta’ e ‘verdade’. Uma proposta é definir que um sujeito s tem ‘certeza absoluta’ em sua crença de que p se não admitir outra proposição que seja mais garantida do que p , e se nenhuma proposição verdadeira que venha a ser admitida em seu sistema de crenças diminuir a garantia de p (Klein, 1993, p. 62).

Teríamos certeza não somente com respeito a crenças, mas também ‘certeza lógica’ com respeito à validade de inferências.

No caso das relações inferenciais entre crenças (ou, mais precisamente, entre proposições) serem de tipo indutivo, podemos ter certeza absoluta a respeito da crença inferida somente em certo grau (a probabilidade de ela ser ‘certa’ é inferior a 1) mesmo que as premissas (por exemplo, crenças básicas) sejam absolutamente certas. Os “princípios de inferência” podem ser, portanto, “incertos”, falíveis, no sentido de levarem de crenças verdadeiras a crenças falsas²³.

Mesmo para o fundacionalista, a certeza com respeito à maioria das nossas crenças é, portanto, duplamente ‘relativa’: depende da certeza com respeito às crenças básicas e depende da certeza lógica com respeito às relações inferenciais que entretêm com estas últimas. Se não somos fundacionalistas, não há crenças básicas e não podemos ter certeza absoluta com respeito a quaisquer crenças que possuímos. Por razões que não haveria espaço para discutir neste artigo, há muito abandonou-se o infalibilismo com respeito a crenças em todos os níveis²⁴.

Certeza científica

Na interpretação que propusemos para o Princípio da Precaução (*PP*), o termo ‘certeza’ qualifica uma previsão (de que haverá ou não dano ambiental em certas condições). A formulação de *PP* é explícita em dizer que essa previsão dá-se num contexto científico: trata-se de uma “absoluta certeza científica”. Se estamos corretos nessa interpretação, trata-se de certeza com respeito a uma previsão científica, e colocamo-nos, de imediato, no âmbito mais especializado da filosofia da ciência.

O que faremos a seguir é uma tentativa de aplicar a discussão anterior, mais geral, sobre a noção de ‘certeza’ em teoria do conhecimento, ao caso particular do conhecimento científico. Ocorre que, contrariamente à teoria do conhecimento, a noção de certeza não é central em filosofia da ciência. Tentaremos articular, contudo, essa noção, como utilizada em teoria do conhecimento (bem como as noções de justificação, de verdade, etc.), com noções correlatas

²³ Ver, por exemplo, Dancy (1994, p. 58) e Nadeau (1999).

²⁴ Para uma análise histórica, ver Laudan (1980a, 1980b). Ver também a nota 30.

discutidas em filosofia da ciência, como as de prova, confirmação e falseamento de hipóteses e teorias científicas.

Num contexto científico, se aplicamos o qualificativo ‘certo’ a uma previsão, podemos entender diferentes coisas. Se reconstruirmos a previsão como um tipo de inferência dedutiva, ao dizermos que a previsão de um fato (descrito por uma proposição observacional) é ‘certa’, podemos entender:

- Que a inferência levando das premissas à conclusão é ‘certa’. Ou seja, que admitidas certas proposições como premissas, segue-se necessariamente a proposição observacional (que constitui a previsão). Temos aqui uma certeza de tipo lógica que não garante, por si só, o valor verdade da proposição observacional. Normalmente entendemos algo mais do que uma certeza meramente lógica quando dizemos que uma previsão é ‘certa’, e isso nos leva à interpretação seguinte.

- Que a proposição observacional que constitui a previsão é verdadeira.

Em ambas as interpretações, entretanto, podemos ter que admitir menos ‘certeza’ (ou um maior grau de incerteza) do que desejaríamos, mesmo num contexto científico²⁵, em função dos seguintes fatores:

- 1) Se a inferência envolvida na previsão não for dedutiva, mas indutiva, não temos sequer certeza lógica de que a (verdade da) conclusão segue-se (da verdade) das premissas. Inferimos a conclusão somente com uma certa probabilidade, grau de ‘força’ ou de ‘certeza’.
- 2) Não temos certeza ‘absoluta’ com respeito a quaisquer proposições, incluindo as pressupostas numa inferência, sejam elas observacionais, nomológicas ou teóricas. Nesse caso, mesmo que a inferência ligando a conclusão às premissas seja dedutiva, não podemos nos assegurar com certeza da (verdade da) conclusão; ou seja, não podemos ter certeza a respeito da ocorrência do fato previsto.

O fator (2) é muito presente em ciência. Normalmente, numa previsão científica estão envolvidas premissas de pelo menos dois tipos: leis e condições iniciais. Os enunciados de tipo lei são, quanto à forma, enunciados universais, ou seja, espaço-temporalmente irrestritos, e as condições iniciais são enuncia-

²⁵ Para maiores detalhes sobre o grau de confiabilidade de previsões feitas por diversas disciplinas científicas, ver John Casti em “Searching for Certainty”. Londres: Abacus, 1991. 496 p.

dos singulares²⁶. Ora, não podemos, em geral, ter certeza ‘absoluta’ a respeito de uma proposição universal. Essas proposições não podem ser provadas, mas somente confirmadas (probabilizadas em certo grau) ou falseadas dada a evidência empírica.

Além disso, numa previsão científica, as condições iniciais são expressas por proposições observacionais, geralmente descrevendo resultados de medida e, como sabemos, toda medida envolve um certo grau de ‘incerteza’ que é função, entre outras coisas, da (im)precisão do instrumento de medida. Independentemente desses dois fatores, em ciência as previsões (bem como as explicações) sempre envolvem idealizações, o uso de modelos, aproximações, etc²⁷.

As leis e teorias científicas são falseáveis (isso se segue simplesmente da sua forma lógica) ou, no máximo, confirmáveis. Para tanto é necessário dispor-se de um conjunto de proposições observacionais, compondo uma ‘base empírica’. Mas tampouco essa base empírica é considerada incontestável, indubitável, como argumentou convincentemente Popper (1968): ela é adotada por convenção pela comunidade científica tendo em vista o falseamento ou a confirmação de determinadas teorias. Ou seja, na filosofia contemporânea da ciência admite-se que mesmo as proposições observacionais da ‘base empírica’ podem ser revistas!²⁸ Não há o equivalente das “crenças básicas” dos fundacionalistas em teoria do conhecimento.

Os filósofos da ciência vieram, também, a admitir que os métodos científicos não permitem assegurar que as teorias são verdadeiras (ou absolutamente certas)²⁹. Essas são algumas das razões pelas quais não se admite, atualmente, um fundacionalismo em filosofia da ciência³⁰.

²⁶ Para uma leitura mais aprofundada sobre a reconstrução lógica de explicações e previsões científicas, sugere-se a obra “Four decades of scientific explanation” de Wesley Salmon . Minneapolis: University of Minnesota, 1990. 234 p.

²⁷ Ver, a esse respeito, Abrantes (1999).

²⁸ Nesse sentido, ver Thomas Kuhn em “The Structure of Scientific Revolutions” . Chicago: University of Chicago Press, 1974. 212 p.

²⁹ Uma das causas dessa inflexão – que se deu na filosofia da ciência grosso modo a partir do século 19 – foi o uso cada vez mais difundido dos chamados ‘termos teóricos’ na linguagem científica.

³⁰ Pode-se defender que o programa do empirismo lógico em filosofia da ciência era, a princípio, fundacionalista, como, por exemplo, Quine ao avaliar a trajetória de Carnap. De fato, a primeira formulação do critério empirista de significado – ao exigir a verificabilidade para que uma proposição possua significado – aponta na direção de um fundacionalismo. Diante de um conjunto de dificuldades que se colocaram ao projeto de reconstruir logicamente o conhecimento científico em termos fundacionalistas, Carnap liberalizou a formulação original do critério de significado, substituindo a condição de ‘verificabilidade’ pela condição, mais fraca, de ‘confirmabilidade’.

Há muito a filosofia da ciência abandonou o pressuposto de que, para termos teorias científicas que cumpram suas funções explicativa e preditiva, é preciso exigir uma “certeza absoluta”. Em ciência não há fundamentos últimos ou teorias não-falseáveis: o conhecimento científico é, em consequência, dinâmico. Podemos concluir que a ‘certeza’ enquanto propriedade de uma observação, de uma lei, de uma teoria ou de uma previsão nunca é “absoluta”, mas sempre relativa a um conhecimento de fundo, aceito em caráter provisório e submetido constantemente à crítica.

Ausência de “certeza científica”
sobre a previsão de efeitos danosos de tecnologias

Segundo interpretação deste texto para o Princípio da Precaução, ele busca afastar argumentos que apontem para uma “ausência de absoluta certeza científica” na previsão de danos ambientais sérios ou irreversíveis, causados por um determinado agente, com o intuito de impedir o emprego de “medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental”.

Mais especificamente, o Princípio da Precaução é usualmente invocado em casos de atividades humanas exercidas com o emprego de tecnologias avançadas que suscitam incertezas quanto a efeitos mediatos para o meio ambiente e para a saúde humana – normalmente, emprega-se o princípio em casos envolvendo “ausência de absoluta certeza científica” na previsão sobre efeitos danosos de tecnologias³¹. Por essa razão, faz-se necessária uma discussão sobre a natureza do conhecimento tecnológico.

O conhecimento tecnológico pode ser entendido, em contraste com o conhecimento dos fenômenos da natureza, como tendo por objeto específico as criações humanas e ações a elas relacionadas. Em uma visão que não reduz o conhecimento tecnológico ao conhecimento científico e ao conhecimento em

³¹ As formulações do Princípio da Precaução não descartam a possibilidade da sua utilização para conter danos ambientais graves decorrentes, exclusivamente, de agentes naturais. Por exemplo, nada impediria que o Princípio fosse invocado para forçar o Poder Público a tomar medidas para impedir a extinção de uma espécie ou o comprometimento de uma paisagem natural ameaçada por um período maior de estiagem ou por fortes chuvas. Mas, pela experiência acumulada na aplicação do Princípio e pela dificuldade de se conter ou impedir danos ambientais sérios ou irreversíveis que não remetam imediatamente à interferência humana é que se conclui por essa abrangência do Princípio.

engenharia, o conhecimento em tecnologia é entendido como abrangendo a criação, uso, funcionamento e efeitos dos diferentes tipos de objetos tecnológicos.

Segundo Mitcham (1994, p.193), estariam subsumidas sob o conceito de “conhecimento tecnológico”:

- **Habilidades sensório-motoras** – Habilidades de produzir e usar tecnologias adquiridas intuitivamente, por tentativa e erro ou por imitação.

- **Máximas técnicas** – Regras advindas de trabalhos pré-científicos que buscam informar sobre práticas bem-sucedidas, como, por exemplo, as regras traduzidas em livros de receitas.

- **Regras tecnológicas** – Regras sobre tecnologias formuladas a partir de experiências diretas, as quais não observam uma integração sistêmica dentro de um arcabouço teórico.

- **Teorias tecnológicas** – De acordo com Mario Bunge³², essas teorias são de dois tipos:

- a) Teorias tecnológicas substantivas – Aplicações de teorias científicas a situações mais particulares e menos abstratas, como no caso da eletrônica enquanto aplicação da teoria da eletricidade. Essas teorias tecnológicas substantivas correspondem às chamadas ciências da engenharia e constituem-se em ciência aplicada no sentido estrito.

- b) Teorias tecnológicas operativas – Aplicação de métodos científicos para desenvolver teorias tecnológicas direcionadas à utilização prática, tais como as teorias de decisão e as teorias de projeto (design).

Adotando a análise platônica de conhecimento³³, Carl Mitcham conclui que as crenças verdadeiras sobre a fabricação e o uso de objetos tecnológicos podem ser justificadas pelo apelo a essas habilidades, máximas, regras ou teorias. Portanto, dependendo do tipo de justificação aceita, estariam em jogo diferentes tipos de conhecimento tecnológico.

Para os objetivos deste trabalho, o que é importante ressaltar nessa sumária exposição sobre o conhecimento tecnológico é que este não se baseia exclusivamente em um conhecimento científico. O conhecimento envolvido na

³² Citado por Mitcham (1994, p. 193-194).

³³ Ver nota 22.

criação, uso e avaliação de tecnologias não é necessariamente derivado de um sistema teórico científico.

Notadamente quanto ao conhecimento em engenharia, dado que este é um conhecimento específico para cada tarefa e direcionado para o uso e produção de artefatos que devem atender a fins predeterminados, ele não se confunde com o conhecimento científico, entendido como aquele voltado genericamente à explicação e à previsão e revestido de um elevado grau de abstração.

Com relação aos outros tipos de conhecimento tecnológico, que não os relativos às engenharias, a distinção entre os conhecimentos científico e tecnológico é ainda mais flagrante. A título de ilustração, as pessoas que fazem a manutenção de microcomputadores caseiros em nosso país muitas vezes não têm uma formação em engenharia ou em disciplinas científicas. No entanto, elas detêm habilidades sensório-motoras e um conhecimento sobre máximas técnicas relacionadas ao funcionamento do computador que lhes permite, eficazmente, corrigir falhas que impedem a adequada utilização desse tipo de artefato – conhecimento este que não implica um conhecimento científico prévio.

Também não se pode desconsiderar as diversas inovações em produtos e processos que não se reduzem à aplicação de um conhecimento científico previamente disponível. Diversas invenções continuam sendo patenteadas por empresas ou pessoas que não detêm e não se utilizam de um conhecimento científico especializado.

Previsões sobre tecnologias

As previsões científicas dizem respeito a prognósticos de eventos naturais ou sociais propiciados por um conhecimento de tipo científico. De uma maneira correlata, o que se pretende abranger sob a noção ampla de previsões tecnológicas são as antecipações sobre o funcionamento, falhas e efeitos de ferramentas mecânicas e sociais – previsões, essas, feitas com a participação de um conhecimento tecnológico³⁴.

³⁴ Para um estudo mais detalhado sobre a natureza das previsões sobre tecnologias, ver Cezar (2003).

Mais especificamente, as previsões sobre tecnologias podem se referir a:

• **Previsões sobre Funcionamento** – Dizem respeito a antecipações: I) das entradas (inputs) e saídas (outputs) decorrentes do funcionamento dos mecanismos ou sistemas de mecanismos; ou II) do funcionamento interno desses mecanismos, ou sistemas de mecanismos. No primeiro caso, essas previsões informam sobre quais serão os insumos, produtos e subprodutos – materiais ou imateriais – envolvidos no funcionamento do mecanismo. No segundo caso, informa-se como dar-se-á o funcionamento interno dessa tecnologia.

• **Previsões sobre Falhas** – Indicam as antecipações sobre: I) falha a ser apresentada pelo mecanismo, ou por determinados componentes do mecanismo, em fornecer as saídas planejadas, a partir das entradas previamente estimadas, sob certas condições; II) quais seriam os produtos ou subprodutos gerados ou comprometidos em razão de falhas do mecanismo ou de algum de seus componentes.

• **Previsões sobre Efeitos Sociais** – Antecipações de efeitos econômicos, sociais, políticos ou culturais gerados:

a) Pelas saídas ou entradas envolvidas no funcionamento do mecanismo ou na possível falha deste.

b) Pelos efeitos ambientais ou sanitários delas decorrentes.

• **Previsões sobre Efeitos Ambientais** - Antecipações de efeitos para o meio ambiente gerados: a) Pelas saídas ou entradas envolvidas no funcionamento do mecanismo ou na possível falha deste.

b) Pelos efeitos sociais ou sanitários delas decorrentes.

• **Previsões sobre Efeitos para a Saúde Humana** – Antecipações de efeitos para a saúde humana gerados:

a) Pelas saídas ou entradas envolvidas no funcionamento do mecanismo ou na possível falha deste.

b) Pelos efeitos sociais ou ambientais delas decorrentes.

Essa classificação busca ressaltar a compreensão de que as previsões tecnológicas sobre efeitos ambientais, sociais ou sanitários se fazem a partir de previsões sobre o funcionamento e sobre falhas dos diversos tipos de engenho.

Além disso, a antecipação de cada um desses tipos de efeitos também deve levar em consideração as previsões sobre os outros tipos de efeitos.

Assim, apesar de as previsões sobre efeitos de tecnologias se referirem a eventos naturais ou sociais, elas não são feitas, exclusivamente, com base em um conhecimento científico – elas são feitas também a partir de um conhecimento sobre o funcionamento e sobre falhas das tecnologias que não se reduz, necessariamente, a um conhecimento científico. Em todos os tipos de previsões tecnológicas, fazem-se atuantes tanto o conhecimento científico como o tecnológico.

Com relação à estrutura dessas previsões, deve-se primeiro salientar que as previsões tecnológicas sobre funcionamento ou falhas devem levar em consideração os diversos usos que podem ser dados aos mecanismos pelo ser humano, assim como a capacidade humana para corrigir eventuais desvios no funcionamento destes. Por sua vez, as previsões sobre efeitos da tecnologia, por serem feitas a partir dessas outras previsões, também envolvem o fator humano. Desse modo, todos os tipos de previsão tecnológica envolvem prognósticos sobre o comportamento humano³⁵.

O papel eminentemente criativo exercido pela humanidade no uso de tecnologias, utilizando-as muitas vezes de modos e para fins não anteriormente concebidos, compromete a formulação de leis tecnológicas determinísticas. Desse modo, é inviável a formulação de previsões tecnológicas a partir dessas leis e, portanto, a reconstrução dessas previsões segundo o modelo nomológico-dedutivo³⁶.

³⁵ Mesmo os casos mais simples de previsões sobre falhas que aparentemente não envolvem o comportamento humano, devem levar em consideração a capacidade humana de corrigir essas falhas. Por exemplo, mesmo que um automóvel esteja sem combustível, não se pode prever que, necessariamente, o carro não andar por si só – deve-se levar em consideração que o carro pode ser reabastecido por ação humana.

³⁶ O modelo nomológico-dedutivo (N-D) é uma tentativa de reconstruir ou esclarecer o caráter e a estrutura da explicação científica, proposta inicialmente por Carl G. Hempel e Paul Oppenheim. Nesse tipo de explicação, o *explanandum* (lei ou fato a ser explicado) é deduzido de uma lei geral e de determinados enunciados fáticos (*explanans*), dentro de uma estrutura argumentativa logicamente válida. Os proponentes do modelo N-D sugeriram que a previsão científica pode ser reconstruída como tendo a mesma estrutura lógica da explicação. Segundo essa tese da simetria lógica entre previsão e explicação científica, o que diferencia a previsão da explicação é que naquela o evento a ser previsto é posterior aos eventos descritos nas condições iniciais contidas nas premissas do argumento, enquanto, na explicação, os eventos descritos no *explanans* são posteriores ao *explanandum-fato*. Essa, portanto, é uma distinção pragmática e não lógica.

Não há óbice, porém, à reconstrução dessas previsões segundo o modelo indutivo. As leis estatísticas atuantes nesse modelo seriam generalizações probabilísticas sobre o provável funcionamento, falhas e efeitos do mecanismo para o meio ambiente, para a saúde humana ou para a sociedade em condições-padrão.

O status de lei estatística seria atribuído a hipóteses sobre a frequência de entradas, saídas ou efeitos relacionados com o funcionamento ou falha de um tipo de mecanismo, em determinadas condições, que se submetessem, com sucesso, a um número julgado suficiente de confirmações. A rejeição ou confirmação dessas hipóteses envolveria a decisão:

- a) Sobre o grau de desvio entre a frequência estabelecida na hipótese e aquela efetivamente observada que ensejaria a rejeição da hipótese.
- b) Sobre o grau de conformação entre a frequência estabelecida na hipótese e aquela efetivamente observada que ensejaria a confirmação da hipótese.

Em todos os tipos de previsões tecnológicas, o enunciado singular sobre uma tecnologia particular ou o enunciado universal de uma regularidade sobre um tipo de tecnologia é induzido das premissas³⁷. Ou seja, essas previsões fixam uma probabilidade de ocorrência de um fato ou de verificar-se uma regularidade e são induzidas de um conhecimento relevante disponível. Não se nega que essas previsões possam assumir uma estrutura altamente complexa, onde suas premissas sejam também constituídas por leis científicas determinísticas. Mas, independentemente do caráter das premissas, a estrutura dessas previsões será sempre a de uma indução e não de uma dedução.

Se esta reconstrução é correta, então as previsões tecnológicas compartilham de todas as limitações próprias aos argumentos de tipo indutivo:

• **Caráter Ampliativo** – A previsão vai além do conhecimento relevante disponível, incorporado nas premissas.

³⁷ Aqui se sugere que as previsões tecnológicas não se fazem somente quanto a fatos futuros relacionados com um específico mecanismo, podendo também se referir a uma regularidade a se verificar na utilização de um tipo de mecanismo, de modo que, nesse último caso, a previsão é de um enunciado universal probabilístico. Como exemplo, pode-se mencionar as previsões sobre o provável rendimento de um modelo de automóveis. Essas previsões não se fazem sobre um artefato particular, mas sim sobre o tipo de artefato.

• **Não preservação da verdade** – Uma previsão tecnológica, apesar de ter se baseado em um conhecimento bem confirmado, pode não antecipar corretamente os fatos.

• **Sujeição a “erosões”** – Um novo conhecimento disponibilizado pode comprometer totalmente uma previsão tecnológica.

• **Graus de Força** – Existem previsões tecnológicas mais ou menos confiáveis; em algumas, o conhecimento disponível suporta as conclusões mais fortemente que em outras.

Por sua vez, o conhecimento relevante para esse tipo de previsão pode ser constituído por:

- a) Descrições sobre aspectos específicos do mecanismo então considerado, tais como o material e o método utilizados no seu desenvolvimento.
- b) Descrições sobre o ambiente em que o mecanismo será utilizado ou desenvolvido.
- c) Descrições dos indivíduos ou grupo de indivíduos responsáveis pela sua operacionalização.
- d) Leis científicas determinísticas ou estatísticas.
- e) Leis tecnológicas/técnicas estatísticas.
- f) Informações sobre a “função” desempenhada por uma determinada estrutura, componente ou pessoa.

Cabe ressaltar que a força da fundamentação indutiva numa previsão tecnológica pode ser expressa seja por um valor numérico seja por condicionantes do tipo “provável”, “improvável”, “muito provável”, “pouco provável” ou “quase certo”, de acordo com o grau e tipo de conhecimento relevante disponível e efetivamente empregado na previsão.

“Ausência de absoluta certeza” nas previsões sobre tecnologias

Conforme analisamos, o Princípio da Precaução é usualmente empregado em situações onde há incerteza sobre a previsão de efeitos de tecnologias. Ao mesmo tempo, segundo a interpretação que construímos para *PP*, este se aplica em casos de incerteza quanto a previsões feitas em um contexto científico: fala-se em uma “ausência de absoluta certeza científica”. Há, assim, uma aparente

incongruência, dado que, como discutimos anteriormente, as previsões sobre tecnologias não são feitas exclusivamente com base em um conhecimento científico: elas pressupõem, adicionalmente, um conhecimento tecnológico.

Portanto, uma primeira questão a ser abordada é se *PP* reconhece a distinção entre esses dois tipos de conhecimento ou se o domínio científico é aí pressuposto como continente do tecnológico. Não pretendemos aqui nos comprometer com qualquer dos dois entendimentos, mas há de se apontar que existem argumentos convincentes para a defesa de ambos. Em defesa do primeiro, deve-se notar, por exemplo, que, diferentemente de *PP*, o Princípio 9 da mesma Declaração do Rio/92 fala, expressamente, em conhecimento científico e tecnológico³⁸.

Pressupondo que *PP* se atenha à distinção mais cuidadosa entre esses dois tipos de conhecimento, ele poderia ser aplicado para assegurar a adoção de *M* nos seguintes sentidos:

1) Pressupondo que *Ad* se refira a previsões tecnológicas sobre prováveis efeitos ambientais danosos potencializados por uma tecnologia *g*, *PP* poderia ser então invocado para neutralizar argumentos que buscassem desconsiderar tais previsões pelo fato de elas serem probabilísticas e, portanto, sem o rigor de uma “absoluta certeza científica” invocada na segunda parte do Princípio. Nesse caso, a noção de “certeza científica” estaria associada à certeza lógica própria da dedução, em contraposição à incerteza inerente aos argumentos indutivos³⁹. A formalização suscitada por essa utilização de *PP* é a segunda que nós propusemos⁴⁰.

2) Também pressupondo que *Ad* se refira a previsões tecnológicas sobre prováveis efeitos ambientais danosos potencializados por uma tecnologia *g*, *PP* poderia ser aplicado para evitar críticas contra tais previsões que as desconsiderassem pelo fato de não se submeterem aos mesmos padrões rigorosos normalmente impostos aos produtos da atividade científica e, assim, serem

³⁸ “States should cooperate to strengthen endogenous capacity-building for sustainable development by improving scientific understanding through exchanges of scientific and technological knowledge, and by enhancing the development, adaptation, diffusion and transfer of technologies, including new and innovative technologies” (grifo nosso).

³⁹ Conforme discutido, as previsões tecnológicas são reconstruíveis na forma de argumentos indutivos.

⁴⁰ Vide tópico *Estrutura do Princípio da Precaução*, neste artigo.

feitas sem uma “absoluta certeza científica”. Aqui, a noção de certeza científica estaria relacionada com o teste de hipóteses, com a conformação a teorias aceitas pela comunidade científica e com a avaliação interpares a que, normalmente, os produtos da atividade científica são submetidos. A formalização suscitada por essa utilização de *PP* é também a segunda.

Conforme já comentado, *PP* não especifica quem deverá identificar e como a situação de ameaça e que critérios deverão ser seguidos para uma caracterização prévia de certos tipos de danos ambientais como sérios ou irreversíveis. Desse modo, nessas duas primeiras possibilidades de aplicação do Princípio, cogita-se que a ameaça de danos sérios ou irreversíveis seja caracterizada por uma previsão probabilística sobre efeitos danosos de uma tecnologia feita com base em um conhecimento científico e tecnológico.

Contudo, há argumentos para se defender que o Princípio da Precaução não se atém à distinção mais cuidadosa entre o conhecimento científico e o tecnológico. Há de se considerar que é usual a noção de que o “conhecimento científico e tecnológico” designa um único e abrangente tipo de conhecimento – prática, essa, principalmente fundamentada na associação entre a ciência e a tecnologia moderna.

Assumindo que *PP* não se atenha a essa distinção de conhecimentos, são cabíveis outras interpretações que, diferentemente das anteriormente propostas, não buscam resguardar as previsões sobre tecnologias de críticas que exigem a submissão dessas ao mesmo rigor que pode ser exigido das previsões científicas.

Nessa outra perspectiva, a ameaça de dano estaria relacionada com uma percepção de senso comum ou de especialistas isolados de que uma dada tecnologia poderá gerar, direta ou indiretamente, danos ambientais sérios ou irreversíveis. Assim, o Princípio poderia ser aplicado para:

3) Proteger essas percepções difusas de ameaça de danos quanto a críticas que as invalidem pelo fato de não se basearem em estudos técnico-científicos mais aprofundados ou em entendimento consolidado pela comunidade científica. *PP* seria aplicado então para assegurar a adoção de *M*, afastando argumentos baseados na “ausência de absoluta certeza científica” dessas percepções iniciais sobre efeitos danosos de tecnologias. A noção de “certeza científica” que seria invocada para esses efeitos poderia ser tanto a “certeza” propiciada pela conformação a leis e teorias acolhidas pela comunidade científica como

uma “certeza” propiciada pelo acolhimento de padrões adotados pelas engenharias e pelas ciências. A formalização suscitada por essa utilização de *PP* é também a segunda, sugerida anteriormente.

4) Determinar que, dado esse tipo de percepção de danos potencializados por tecnologias, somente não se adotará *M* se houver uma absoluta certeza científica e/ou tecnológica de que a tecnologia então considerada (*g*) não causará danos sérios ou irreversíveis (*d*). Essa interpretação coloca em questão a inversão do ônus da prova que, conforme já comentamos⁴¹, é reconhecida pela jurisprudência e doutrina predominantes como uma das conseqüências do Princípio da Precaução. Se cabe ao detentor da tecnologia comprovar que não haverá danos sérios ou irreversíveis na sua utilização, a menos que ele consiga provar com “absoluta certeza científica” que a tecnologia (*g*) não causará danos sérios ou irreversíveis (*d*), o Princípio poderia ser invocado pelo fato de haver uma percepção difusa de ameaça de danos e a “ausência de absoluta certeza científica” de que *g* não causará *d*. Nessa aplicação, ficaria em aberto qual, exatamente, seria o grau e tipo de certeza que se estaria exigindo para a não adoção de *M* e a formalização suscitada é a primeira⁴². Dado o já comentado nível de incerteza inerente às previsões tecnológicas e o caráter falível e relativo do conhecimento científico, é difícil imaginar um caso concreto em que se concluiria, então, pela não adoção de *M*, nessa interpretação de *PP*.

O PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO E A ANÁLISE DE RISCO

Essas questões lógico-epistemológicas suscitadas pelo Princípio da Precaução tornam extremamente rica e complexa a sua relação com o processo de Análise e Gestão de Risco.

Análise de Risco

A Análise de Risco, em um sentido inicial, pode ser entendida como a aplicação de um conjunto de conhecimentos disponíveis na identificação de efeitos adversos potencializados por um determinado agente. Por sua vez, a

⁴¹ Vide *O Princípio da Precaução no Direito Brasileiro*.

⁴² Vide *Estrutura do Princípio da Precaução*.

Gestão de Risco denota o processo de tomada de decisões posterior, no qual, com base nos resultados da Análise de Risco e em considerações sobre eventuais benefícios colaterais envolvidos, são escolhidas determinadas linhas de ação – seja para desconsiderar o risco, evitá-lo ou minimizá-lo⁴³.

Em um sentido mais formal e moderno, a Análise de Risco é entendida como a aplicação de uma metodologia e de um conhecimento tecnológico, matemático e científico especializados de sorte a quantificar a probabilidade de um efeito adverso potencializado por um dado agente. Essa concepção formal da Análise de Risco pressupõe que, enquanto a consideração sobre o que sejam efeitos adversos pode ser uma decisão conduzida pelo senso comum, os demais aspectos suscitados por aquela Análise, pela complexidade do jargão e dos detalhes envolvidos, devem ser tratados por especialistas.

É, portanto, usual a distinção entre a Análise e a Gestão de Risco. Costumeiramente, a Análise de Risco é caracterizada como uma atividade levada a cabo por especialistas, que tem por único escopo estabelecer uma quantificação do risco, com base numa decisão política anterior sobre o que deve ser considerado como efeito adverso, de um lado, e sobre o tempo e os recursos que poderão ser utilizados na Análise, de outro. Além da quantificação do risco, entende-se que a Análise de Risco deve indicar os pressupostos metodológicos adotados e o grau de incerteza referente ao prognóstico sobre o risco.

Por sua vez, a Gestão de Risco é tida como uma atividade distinta e posterior à Análise de Risco, onde, com base nos resultados fornecidos por aquela Análise e numa avaliação sobre eventuais benefícios colaterais envolvidos, indicam-se as providências a serem implementadas. Desse modo, ao contrário da Análise de Risco, a Gestão de Risco é normalmente caracterizada como uma atividade preponderantemente política, envolvendo diversos atores com diferentes qualificações.

Há posições bem justificadas que defendem a impossibilidade de uma total dissociação entre esses dois processos. Howard Latin, dentre outros, criti-

⁴³ Para um maior aprofundamento sobre as atividades de análise e gestão de risco, sugere-se a leitura da obra “Fundamentals of risk analysis and risk management” editado por Vlasta Molak. [S.l]: Lewis, 1997. 472 p.

ca a condução da Análise de Risco exclusivamente segundo perspectivas técnico-científicas. Para Latin (1997, p. 303-304):

“A Análise de Risco é muito importante e muito incerta para ser deixada exclusivamente para os analistas de risco. Em vez disso, considerações de política social devem exercer um papel tão proeminente na escolha das estimativas de risco como na decisão final sobre quais riscos previstos deveriam ser julgados inaceitáveis.”

Tais críticas à separação entre a Análise e Gestão de Risco demonstram que a Análise de Risco pode pautar-se tanto por considerações exclusivamente técnico-científicas quanto políticas. Essas duas perspectivas a que essa Análise se submete invadem a própria definição de “Análise de Risco”: a expressão é também utilizada para designar o processo integral que engloba tanto o processo técnico-científico de quantificação do risco quanto a gestão do risco.

Dá-se falar em uma Análise de Risco em sentido estrito – que remete especificamente à fase técnico-científica de quantificação do risco – e em uma Análise de Risco em um sentido mais amplo, abrangendo tanto a Análise de Risco em sentido estrito como a fase de Gestão de Risco.

Contudo, a par das controvérsias sobre a real possibilidade de dissociação entre a Análise de Risco e a Gestão de Risco, são normalmente diferenciadas três fases:

- A fase anterior à quantificação do risco, onde é definido o que serão os efeitos adversos, segundo uma Percepção de Risco inicial. Nessa fase, pode-se fazer atuante o conhecimento técnico-científico, mas também é decisiva a participação do senso comum. A decisão sobre quais efeitos são considerados adversos é uma decisão política.
- A Análise de Risco propriamente dita, onde, com base em um conhecimento técnico-científico especializado e na identificação prévia dos efeitos adversos a serem considerados, é feita uma quantificação do risco. Dado que o nível de incerteza envolvido nessa quantificação é frequentemente alto, exige-se também como requisito para a conclusão dessa fase, a identificação da incerteza atuante e da metodologia seguida.
- A Gestão de Risco, que é a etapa final de tomada de decisões, onde se escolhem determinadas linhas de ação a partir dos resultados forneci-

dos pela Análise de Risco. Nessa fase, assim como na primeira, há a participação tanto do conhecimento técnico-científico como o de senso comum, além de se adotarem parâmetros eminentemente políticos, especialmente no que se refere à definição do nível tolerável de risco.

Talvez o grande problema suscitado pela relação entre o Princípio da Precaução e a Análise de Risco seja o de saber a qual dessas fases o princípio se refere. Conforme anteriormente mencionado, o Princípio é aplicável em situações de ameaça de danos sérios ou irreversíveis. Mas seria essa ameaça aquela identificada por qual fase? Discutiremos, a seguir, a relação de *PP* com as diferentes fases da Análise de Risco, cogitando sua possível aplicação em cada uma dessas fases⁴³.

O Princípio da Precaução e a percepção inicial de risco

Supondo que *PP* remeta à primeira fase, ele poderia assumir a seguinte função: verificada ainda na fase de percepção de risco, mediante o senso comum ou por pareceres isolados de especialistas, a possibilidade de danos tidos como sérios ou irreversíveis, a falta de certeza científica⁴⁵ não poderia ser invocada para adiar medidas imediatas (eficazes e economicamente viáveis) para prevenir a degradação ambiental.

Nessa interpretação, o Princípio da Precaução poderia buscar assegurar que a ascendência epistemológica do conhecimento científico, assegurada pelo crivo da comunidade científica, deveria ser desconsiderada nos casos em que houvesse uma percepção inicial de risco de danos sérios ou irreversíveis. Assim, essa antecipação de ameaça de dano, baseada em uma percepção de senso comum ou de especialistas isolados, poderia ser suficiente para a adoção imediata de medidas de prevenção da degradação ambiental prevista⁴⁶.

⁴⁴ Essas novas aplicações sugeridas para *PP* derivam, em grande parte, daquelas apresentadas na seção “Ausência de absoluta certeza” nas *Previsões sobre tecnologias*, sendo, contudo, voltadas exclusivamente para o processo de Análise de Risco.

⁴⁵ No caso: $\sim CC (g \rightarrow d)$.

⁴⁶ O que remete à terceira interpretação, proposta na seção “Ausência de absoluta certeza” nas *Previsões sobre tecnologias*.

O Princípio da Precaução e a Análise de Risco (em sentido estrito)

Considerando que *PP* se aplique à fase de Análise de Risco propriamente dita, podem ser construídas também distintas interpretações. A Análise de Risco em sentido estrito, quando tem por objeto a quantificação do risco representado pelo desenvolvimento ou utilização de um artefato (ou tipo de artefato), pode ser caracterizada como uma metodologia empregada na previsão de efeitos sociais, ambientais e sanitários de tecnologias.

Ou seja, nesses casos, a Análise de Risco culmina na formulação de previsões (geralmente estatísticas) sobre a ocorrência futura de efeitos adversos para o meio ambiente, para a sociedade ou para a saúde humana potencializados pelo desenvolvimento ou utilização de ferramentas mecânicas ou sociais – segundo uma noção de adversidade previamente construída.

Essa relação com a previsão tecnológica ajuda a evidenciar a complexidade do processo de Análise de Risco e as limitações a que seus resultados são submetidos. Primeiramente, há de se salientar a grande variedade de conhecimentos que se fazem relevantes para essas previsões e que, assim, devem atuar numa Análise de Risco⁴⁷.

Muitas vezes, parte desse conhecimento não está disponível e os Analistas de Risco se vêem no dilema de fazer a previsão sem teorias e dados suficientes – em benefício da celeridade do processo regulatório – ou procrastinar suas estimativas até que esse conhecimento se faça disponível, o que compromete, muitas vezes, a rapidez e eficácia das políticas regulatórias.

Há também de se ressaltar que as previsões sobre efeitos de tecnologias devem considerar todos os insumos, produtos e subprodutos envolvidos no funcionamento normal do mecanismo, como também em casos de falha deste. Além disso, os efeitos ambientais, sociais e sanitários interagem entre si, de modo que, mesmo que a previsão pretendida se faça, apenas, sobre um determinado tipo de efeito, as previsões sobre os outros tipos não devem ser desconsideradas.

Portanto, uma Análise de Risco idealmente considerada deveria abranger todos esses tipos de previsão tecnológica, para só então propor uma quantificação

⁴⁷ Vide seção *Previsões sobre tecnologias*.

do risco. Contudo, pelo excessivo tempo e pelo elevado montante de recursos que essas apreciações suscitam, a Análise de Risco normalmente desconsidera um ou vários desses aspectos da previsão tecnológica.

Assim, imaginando a aplicação de *PP* a essa específica fase, ele poderia informar que, havendo a percepção anterior de ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica de que um determinado agente *g* causará *d*⁴⁸ não poderia ser utilizada como razão para adiar a finalização dessa etapa de quantificação do risco, no intuito de obtenção de mais dados, estudos ou testes de hipóteses, e assim retardar a adoção de medidas de precaução contra a degradação ambiental antecipada⁴⁹.

O Princípio da precaução e a gestão de risco

Pensando na aplicação do princípio à fase de Gestão de Risco, há diferentes entendimentos possíveis. Primeiro, poder-se-ia compreender que a intenção de *PP* seria a de simplesmente evitar que a incerteza inerente à quantificação do risco – que inclusive deve ser indicada – pudesse representar óbice para a adoção de medidas de proteção ambiental contra a ameaça de dano estimada.

Ou seja, imaginando uma Análise de Risco que apontasse um risco elevado (probabilidade próxima a 1) de que um agente (*g*) cause danos ambientais sérios ou irreversíveis (*d*), *PP* poderia ser invocado na fase de Gestão de Risco para evitar argumentos que buscassem adiar ou evitar a adoção de *M* com base na “ausência de absoluta certeza científica” do resultado fornecido por essa Análise de Risco, em especial para assegurar que *g* causará *d*. Ou seja, nesse caso, a ameaça de danos seria caracterizada por uma Análise de Risco⁵⁰.

Para efeito de outra interpretação, admite-se uma Análise de Risco que apresente uma probabilidade de dano próxima a zero. Dada a incerteza inerente à quantificação do risco, poderia, nesse caso, se argumentar que a Análise de Risco conclui por uma “ausência de absoluta certeza científica” de que um

⁴⁸ No caso, $\sim CC (g \rightarrow d)$.

⁴⁹ Essa aplicação também remete à terceira interpretação, proposta na seção “Ausência de absoluta certeza” nas *Previsões sobre tecnologias*.

⁵⁰ Esta aplicação remete à primeira e à segunda interpretação sugerida para *PP*, na seção “Ausência de absoluta certeza” nas *Previsões sobre tecnologias*.

determinado agente *g* não causará *d*. O Princípio da Precaução poderia ser, então, aplicado para impedir que essa Análise de Risco que apontasse risco próximo a zero fosse utilizada como razão para postergar, na fase de Gestão de Risco, medidas de precaução contra um dano ambiental inicialmente percebido⁵¹.

CONCLUSÕES

Afora suas diversas interpretações, pode-se definir o Princípio da Precaução como diretriz que busca regular a participação do conhecimento técnico e científico e o conhecimento de senso comum na previsão e no combate a degradações ambientais potencializadas por tecnologias. Por essa razão, ele suscita importantes questões epistemológicas.

Reconhecendo que não são aqui esgotadas todas as possibilidades de aplicação para o princípio, o que se buscou evidenciar é que ele permite interpretações diversas e muitas vezes conflitantes, de acordo com os pressupostos assumidos quanto à natureza do conhecimento científico e tecnológico e quanto à fase em que se aplica na Análise de Risco.

A discussão sobre o teor e as implicações do Princípio da Precaução põe em jogo questões de ordem epistemológica, dentre as quais se destacam:

- Precedência epistêmica do conhecimento científico em relação a outras formas de conhecimento.
- Distinção entre conhecimento científico e tecnológico.
- Relação entre conhecimento e certeza.
- Natureza das previsões e metodologias tecnológicas.

Além disso, é complexa a relação do princípio com o processo total de Análise de Risco, de modo que, em algumas interpretações o princípio reafirma a relevância do conhecimento técnico-científico para a quantificação do risco, enquanto que, em outras, ele parece desprestigiar as conclusões propiciadas por esses conhecimentos para resguardar percepções de risco baseadas em senso comum.

⁵¹ Esta aplicação suscita à quarta interpretação sugerida para *PP*, na seção “Ausência de absoluta certeza” nas *Previsões sobre tecnologias*.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, P. C. C. Simulação e realidade. **Revista Colombiana de Filosofia da Ciência**, Bogotá, v. 1, n. 1, p. 9-40, 1999.
- AMERICAN PLASTICS COUNCIL. **White paper on the precautionary approach to safety**. Disponível em: <http://www.plasticsinfo.org/riskassessment/white_paper.html#1f>. Acesso em: 10 jul 2003.
- AUDI, R. **Epistemology**. London: Routledge, 1998. 340 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Convenção sobre diversidade biológica**. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/doc/cdbport.pdf>> Acesso em: 04 jul. 2003b.
- CEZAR, F. G. **Previsões sobre tecnologias**: pressupostos epistemológicos na análise de risco da soja transgênica. 2003. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Filosofia, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.
- DANCY, J. **Contemporary epistemology**. Oxford: Blackwell, 1994. 272 p.
- HAACK, S. **Evidence and inquiry**. Oxford: Blackwell, 1992. 259 p.
- HEY, E. The precautionary concept in environmental policy and law: institutionalizing caution. **Georgetown International Environmental Law Review**, Washington, n. 4., p. 303-312, 1992.
- INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE PROTECTION OF THE NORTH SEA, 2., London, 1987. **Second International Conference on the Protection of the North Sea Ministerial Declaration**. 1987. Disponível em: <<http://www.dep.no/md/nsc/declaration/022001-990245/index-dok000-b-n-a.html>>. Acesso em: 10 jul. 2003.
- KLEIN, P. Certainty. In: DANCY, J.; SOSA, E. (Ed.). **A companion to epistemology**. London: Blackwell, 1993. p. 61-64.
- LATIN, H. Science, regulation, and toxic risk assessment. In: MOLAK, V. (Ed.). **Fundamentals of risk analysis and risk management**. [S.l.]: Lewis Publishers. 1997. p. 303-323.
- LAUDAN, L. Teorias do método científico de Platão a Mach. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, Campinas, n. 1, p. 5-77, 1980a. Suplemento.

LAUDAN, L. Why was the logic of discovery abandoned? In: NICKLES, T. (Ed.). **Scientific discovery**. Dordrecht: Reidel, 1980b. p. 173-183.

LUPER-FOY, S. Knowledge and belief. In: DANCY, J.; SOSA, E. (Ed.) **A companion to epistemology**. Oxford: Blackwell, 1993. p. 234 –237.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. São Paulo: Malheiros, 2000. 1040 p.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental e princípio da precaução**. Disponível em: <<http://www.merconet.com.br/direito/3direito3.htm>>. Acesso em: 14 out. 2001.

MITCHAM, C. **Thinking through technology**: the path between engineering and philosophy. Chicago: University of Chicago, 1994. 397 p.

NADEAU, R. **Vocabulaire technique et analytique de l'épistemologie**. Paris: PUF, 1999. 863 p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima. Nova York, 1992. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/clima/convencao/texto3.htm>>. Acesso em: 15 jul. 2003.

ORGANIZATION OF AFRICAN UNITY. **Bamako Convention on the ban of the import into Africa and the control of transboundary movement and management Of hazardous wastes within Africa**. Bamako, Mali, 1991. Disponível em: <http://www.ban.org/Library/bamako_treaty.html>. Acesso em: 04 jul. 2003.

PITT, J. C. **Thinking about technology**: foundations of the philosophy of technology. New York: Seven Bridges, 2000. 146 p.

POPPER, K. R. **The logic of scientific discovery**. London: Hutchinson, 1968. 480 p.

PRECAUTIONARY PRINCIPLE CONFERENCE. **Wingspread Declaration**. Wingspread, 1998. Disponível em: <<http://www.johnsonfdn.org/conferences/Precautionary/finpp.html>>. Acesso em: 15 jul. 2003

SILVA, G. E. do N e. **Direito ambiental internacional**: meio ambiente, desenvolvimento sustentável e os desafios da nova ordem mundial. [S.l.]: Thex, 1995. 249 p.

TICKNER, J.; RAFFENSPERGER, C. **The precautionary principle in action: a handbook**. Disponível em: <<http://www.biotech-info.net/handbook.pdf>>. Acesso em: 2 nov. 2002.

UNITED NATIONS. **Report of the United Nations Conference on Environment and Development**: annex 1: Rio Declaration on Environment and Development. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <<http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-1annex1.htm>>. Acesso em: 4 jul. 2003.