

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE FILOSOFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA

Pedro Bravo de Souza

Versão corrigida

É melhor precaver do que remediar: do princípio da precaução à
ciência precautória

São Paulo
2023

Pedro Bravo de Souza

É melhor precaver do que remediar: do princípio da precaução à
ciência precautória

Versão corrigida

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia do Departamento de Filosofia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Filosofia sob a orientação do Prof. Dr. Pablo Rubén Mariconda.

São Paulo
2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

B729? Bravo de Souza, Pedro
É melhor prevenir do que remediar: do princípio da
precaução à ciência precaucionária / Pedro Bravo de
Souza; orientador Pablo Mariconda - São Paulo, 2023.
184 f.

Tese (Doutorado)- Faculdade de Filosofia, Letras e
Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.
Departamento de Filosofia. Área de concentração:
Filosofia.

1. FILOSOFIA DA CIÊNCIA. 2. VALORES. 3. ÉTICA
AMBIENTAL . I. Mariconda, Pablo, orient. II. Título.

ENTREGA DO EXEMPLAR CORRIGIDO DA DISSERTAÇÃO/TESE**Termo de Anuência do (a) orientador (a)****Nome do (a) aluno (a): Pedro Bravo de Souza****Data da defesa: 26/06/2023****Nome do Prof. (a) orientador (a): Pablo Rubén Mariconda**

Nos termos da legislação vigente, declaro **ESTAR CIENTE** do conteúdo deste **EXEMPLAR CORRIGIDO** elaborado em atenção às sugestões dos membros da comissão Julgadora na sessão de defesa do trabalho, manifestando-me **plenamente favorável** ao seu encaminhamento ao Sistema Janus e publicação no **Portal Digital de Teses da USP**.

São Paulo, 29/08/2023



(Assinatura do (a) orientador (a))

Agradecimentos

Realizar um doutorado nos últimos quatro anos e meio teria sido impossível não fossem as condições das mais diversas ordens que as pessoas e instituições abaixo me propiciaram. Assim, agradeço:

Em primeiro lugar, a minha família (Walter, Mônica e Matheus) pelo apoio contínuo e confiança nas minhas escolhas profissionais, mesmo quando elas entravam em conflitos com valores com que estávamos acostumados.

Em segundo lugar, ao Professor Pablo Rubén Mariconda por ter me acolhido no Doutorado na Universidade de São Paulo e por todo o trabalho despendido para que eu realizasse minha Tese.

Em terceiro lugar, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) que, por meio dos processos nº 2019/10200-3 e 2021/13983-9, garantiu que eu pudesse me focar detidamente nos assuntos relativos a esta pesquisa.

Em quarto lugar, ao Professor Kevin C. Elliott quem, graças a bolsa de estágio de pesquisa no exterior da FAPESP, me recebeu na *Michigan State University* e me auxiliou, incansavelmente, na revisão dos meus escritos.

Em quinto lugar, ao Professor Hugh Lacey por toda colaboração nos últimos anos e, em especial, por ter participado da minha banca de qualificação e de defesa. Agradeço, ademais, ao Professor Caetano Plastino pelos comentários na banca de qualificação e, enfim, aos Professores Luciana Zaterka e Renato Kinouchi pelas contribuições na banca de defesa.

Em sexto lugar, às amizades que construí ou fortaleci nesses anos. Seja pelas chamadas de vídeo quando ainda não podíamos nos encontrar, seja presencialmente, os encontros com vocês foram de especial importância para mim: Amanda, Ana, André, Angel, Bernard, Bernardo, Bia, Bruna, Débora, Dimitri, Eduardo, Ellie, Fernando, Flávia, Gregory, Guilherme, Hélio, Hugo, Hyllana, Isabella, Jeniffer, João, Juliano, Leonardo, Mayara, Nathália, Rafael, Taylor, Vinicius J., Vinicius S., Yasmin. Agradeço também a Amanda C. e Otavio C., profissionais da saúde que tanto cuidaram de mim nesse período que não haveria outro parágrafo melhor para citá-los.

Em sétimo e último lugar, à Fernanda. Sua companhia facilita tudo. Poder ter dividido os quase dois últimos anos ao seu lado, acompanhando seus movimentos e a nossa construção, é um privilégio imenso. Espero que a alegria que sinto ao pensar em você possa transparecer também aqui.

(...) uma vez que o real não é redutível ao atual e que o possível não é exaurido pela trajetória definida pelas instituições hegemônicas correntes, isso não implica que não há alternativa que pudesse ser atualizada se as condições apropriadas fossem disponibilizadas. Hugh Lacey (2022, p. 273).

RESUMO

BRAVO DE SOUZA, P. É melhor prevenir do que remediar: do princípio da precaução à ciência precautória. 2023. 184 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Filosofia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

Cientistas de diversas formações vêm se amparando no princípio da precaução, que visa proteger o meio ambiente ou a saúde humana de danos incertos, para propor uma reorganização das atividades científicas chamada ciência precautória. Por meio de decisões motivadas por valores próximos ao princípio da precaução, as próprias pesquisas científicas poderiam facilitar medidas precautórias. Apesar de sua relevância prática e teórica, permanecem na literatura da ciência precautória algumas lacunas relativas à sua definição, à sua relação com o princípio da precaução e a seus obstáculos práticos. Nesta Tese, buscou-se propor uma definição da ciência precautória que pudesse contribuir para com tal literatura e suas lacunas. Em razão da proximidade da ciência precautória com discussões da área de valores na ciência, ela e uma de suas propostas, o modelo das interações entre as atividades científicas e os valores, foram tomados como os principais referências teóricas para a satisfação do objetivo elencado. Em diálogo com eles, os principais resultados alcançados foram: primeiro, uma classificação unificada das diversas interpretações do princípio da precaução; segundo, uma nova definição da interpretação epistêmica do princípio a partir da noção de risco indutivo; terceiro, uma definição de ciência precautória graças aos conceitos de estratégia sensível ao contexto, precaução epistêmica, e a perspectiva de valor da justiça ambiental e imparcialidade intergeracional; e, quarto, como conflitos financeiros de interesse na ciência se constituem como um grave obstáculo para a ciência precautória mediante um estudo de caso da poluição por substâncias per- e polifluoroalquílicas.

Palavras-chave: Filosofia da Ciência. Ética Ambiental. Valores na Ciência. Princípio da Precaução. Ciência Precautória.

ABSTRACT

BRAVO DE SOUZA, P. Better safe than sorry: from the precautionary principle to precautionary science. 2023. 184 f. Thesis (Doctoral) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Filosofia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

Scientists from different backgrounds have been relying upon the precautionary principle, which aims to protect the environment or human health from uncertain damages, to advance a reorganization of scientific activities called precautionary science. Through decisions motivated by values close to the precautionary principle, scientific research itself could facilitate precautionary measures. Despite its practical and theoretical relevance, some gaps remain in the precautionary science literature regarding its definition, its relationship with the precautionary principle and its practical obstacles. In this Thesis, we sought to propose a definition of precautionary science that could contribute to such literature and its gaps. Due to the proximity of precautionary science to discussions in values in science, this field and one of its proposals, the model of interactions between scientific activities and values, were taken as the main theoretical references for the attainment of the aforementioned objective. In dialogue with them, the main results achieved were: first, a unified classification of the different interpretations of the precautionary principle; second, a new definition of the epistemic interpretation of the principle based on the notion of inductive risk; third, a definition of precautionary science thanks to the concepts of context-sensitive strategy, epistemic precaution, and the value perspective of environmental justice and intergenerational impartiality; and, fourth, how financial conflicts of interest in science constitute a serious obstacle to precautionary science through a case study of pollution by per- and polyfluoroalkyl substances.

Key Words: Philosophy of Science. Environmental Ethics. Values in Science. Precautionary Principle. Precautionary Science.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapeando o PP	15
Figura 2 - Avaliação e gestão de riscos com base em CLV	50
Figura 3 - Reconstrução do Argumento do Risco Indutivo de Douglas.....	66
Figura 4 - Reconstrução do argumento de Steel para a imparcialidade intergeracional	118
Figura 5 - Representação da ciência pós-normal.....	124
Figura 6 - Evolução do conhecimento sobre os riscos das PFAS.....	134
Figura 7 - Exemplos de PFAS e números de artigos publicados desde 2002.....	135

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Problema de decisão 1	21
Tabela 2 - Problema de decisão 2	24
Tabela 3 - Tabela de arrependimento do problema de decisão 2.....	25
Tabela 4 - Problema de decisão 3	25
Tabela 5 - Prescrições da ciência precautória.....	71

SUMÁRIO

Introdução.....	7
Capítulo 1: O(s) Princípio(s) da Precaução: origens, mapeamento e críticas	11
Apresentação	11
1.1 Origens anteriores à década de 1970	11
1.2 Navegando pelo PP	15
1.2.1 Há uma estrutura básica no PP?	16
1.2.2 Em qual interpretação tal estrutura se expressa?	19
1.2.3 As condições de dano ou de conhecimento são fixas ou ajustáveis?	30
1.3 Agnotologia e o PP	35
Capítulo 2: O ideal da ciência livre de valores e sua relação com o PP e a ciência	40
Apresentação	40
2.1 O ideal da ciência livre de valores (CLV)	40
2.2 Críticas negativas às relações entre o PP e a ciência pressupõem o CLV	51
2.3 Críticas ao CLV	54
2.3.1 Crítica geral: valores cognitivos vs. não cognitivos?	55
2.3.2 Crítica à autonomia: ignorância virtuosa.....	57
2.3.3 Críticas à neutralidade: argumento conceitual e significância científica	59
2.3.4 Críticas à imparcialidade: subdeterminação e risco indutivo	62
Capítulo 3: Ciência precautória e precaução epistêmica	67
Apresentação	67
3.1 Motivações e plano	67
3.2 Sistematização: as prescrições da ciência precautória e suas razões.....	69
3.2.1 Direcionar a ciência	71
3.2.2 Fazer ciência	74
3.2.3 Usar a ciência.....	78
3.2.4 Gerir a ciência.....	81
3.3 Definindo a precaução epistêmica	81
3.4 Não tão rápido: objeções à ciência precautória e à precaução epistêmica	88
Capítulo 4: O modelo das interações e a ciência precautória	90
Apresentação	90
4.1 Fundamentos do modelo.....	90
4.1.1 Atividades científicas, entendimento, valores e valores cognitivos	90

4.1.2 Atitudes doxásticas, estratégias e suas consequências	95
4.1.3 Pluralismo estratégico, riscos e princípios	104
4.1.4 O modelo das interações e o risco indutivo	107
4.2 Ciência precautória via o modelo das interações.....	110
4.2.1 A perspectiva de valor da ciência precautória	110
4.2.2 Definição, comentário e comparação com a ciência pós-normal	119
4.3 Resposta às objeções	125
Capítulo 5: Quão exequível é a ciência precautória? Um estudo de caso	128
Apresentação	128
5.1 Estrutura da análise do estudo de caso	128
5.2 Fundamentos teóricos	129
5.2.1 Conflitos financeiros de interesse (CFI).....	129
5.2.2 Substâncias per- e polifluoroalquiladas (PFAS) e hipótese de trabalho.....	132
5.3 O impacto de CFI* no caso das PFAS	137
5.3.1 Direcionar a ciência	137
5.3.2 Fazer ciência	138
5.3.3 Usar a ciência.....	139
5.3.4 Gerir a ciência.....	144
5.4 Possíveis soluções.....	146
Considerações finais	148
Referências	150
Apêndice: Casos ilustrativos do argumento histórico para o PP	178

Introdução

No livro *The Collapse of Western Civilization: A View from the Future*, Naomi Oreskes e Erik Conway (2014) assumem a função de um historiador que, vivendo no século XXIV, busca examinar como a civilização ocidental falhou em combater as mudanças climáticas mesmo possuindo o conhecimento adequado para fazê-lo. Ao período da ocorrência de tal tragédia, os autores fornecem o rótulo "Período da Penumbra" (1988-2093).

Seu início remonta ao surgimento de instituições que reconheciam a crise climática e buscavam prevenir suas consequências. Logo em sequência, porém, houve uma retaliação por parte de agentes econômicos e políticos que reduziram drasticamente as ações tomadas. Como resultado, as últimas três décadas do Período da Penumbra teriam sofrido o que Oreskes e Conway chamam de "O Grande Colapso e A Migração em Massa". Além do que definem como fundamentalismo de mercado, uma outra hipótese explicativa para tal tragédia remete à própria cultura científica e certa ênfase em padrões excessivamente rigorosos para afirmações nesse contexto.

Para efeito de ilustração, considere algumas análises feitas sobre os relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Apesar de serem taxados como "alarmistas" por agentes que fomentam, ativa e passivamente, ignorância sobre a ciência das mudanças climáticas, resultados recentes mostram que, na verdade, algumas de suas conclusões subestimaram riscos em vez de superestimá-los (Brown, 2020, pp. 3-5; Brysse *et al.*, 2012). O foco na apresentação de pontos consensuais ou níveis de significância estatística inadequados para tal contexto são alguns dos fatores levantados para explicar tal fenômeno.

Embora a existência de evidência robusta sobre algum risco não se traduza, automaticamente, em alguma decisão política em relação a ele - como, aliás, o próprio livro acima de Oreskes e Conway destaca -, incompreensões científicas podem atrapalhar ainda mais tal processo (Grandjean, 2013, p. 625). A ciência seria parte do problema, mas também parte da solução. Ora, para corrigir esse cenário, cientistas que se ocupam de temáticas próximas ao meio ambiente ou à saúde humana vêm propondo uma reorganização de parcela da atividade científica sob o ideal da *ciência precautória* (Barrett & Raffensperger, 1999; Cranor, 2003; Grandjean, 2013).

De acordo com ele, decisões que compõem a atividade científica em áreas como as ciências ambientais devem ser feitas de modo a evitar a ocorrência de danos incertos ao meio ambiente ou à saúde humana. A escolha de temas para se pesquisar, por exemplo, deve levar em conta a identificação de alertas precoces de modo a facilitar tal propósito. Evitar danos

incertos ao meio ambiente ou à saúde humana é, porém, o mesmo objetivo da motivação crucial para a ciência precautória e também a razão de seu nome, o *princípio da precaução* (doravante, PP).

Presente em documentos jurídicos nacionais e internacionais de forma crescente a partir da década de 1970, a ideia básica do PP é de que decisões para se evitar danos ao meio ambiente ou à saúde humana devem ser tomadas mesmo que não haja conhecimento científico consolidado sobre tais danos. Mas, se é possível ter menos evidência para se tomar tais decisões, então subjacente ao PP - e à ciência precautória - está o pressuposto de que há um estado de coisas de tal modo valorizado, o meio ambiente e a saúde humana, que ações do tipo são necessárias mesmo com base em incerteza científica (Cranor, 2001, p. 318).

Dado esse entendimento, o ideal da ciência precautória vai de encontro ao recalcitrante e multifacetado ideal de que a ciência deva ser livre de valores. Opor-se ao ideal da ciência livre de valores levanta, no entanto, obstáculos diversos que são discutidos, em especial, pela área de valores na ciência (Elliott, 2022). Para bem abordar a ciência precautória, portanto, é inevitável um diálogo com essa área. Não obstante, poucos de seus proponentes realizaram tal tarefa e há ainda outras lacunas em sua literatura das quais destaco quatro.¹

Em primeiro lugar, não há muitas vezes um entendimento explícito do PP no ideal da ciência precautória. Em segundo lugar, dado que a ciência precautória foi frequentemente definida a partir de prescrições diversas, não há uma sistematização e avaliação de tais prescrições. Em terceiro lugar, a própria conexão estabelecida entre a ciência precautória e o PP não foi feita de maneira adequada. Finalmente, poucos textos investigam os obstáculos práticos para a ciência precautória.

Nesta Tese de Doutorado, buscarei preencher ainda que parcialmente as lacunas acima do seguinte modo. Em razão da centralidade da área de valores na ciência na ciência precautória, irei me amparar em uma de suas propostas para abordar tal ideal. Mais precisamente, a principal tese a ser aqui defendida é a tese segundo a qual o modelo das interações entre as atividades científicas e os valores (doravante, M-CV), desenvolvido por Lacey e Mariconda (2014), permite definir o ideal da ciência precautória.

Ao defini-lo, o modelo lida com as lacunas dois, três e quatro acima, além de responder a objeções diversas sobre o impacto do PP na ciência e na tecnologia. A resolução da primeira lacuna depende, no entanto, de um diálogo com a literatura específica do princípio a partir do

¹ Lacunas obtida a partir de uma revisão bibliográfica a ser descrita e comentada no Capítulo 3.

qual se possa extrair definições operacionais do PP para o presente contexto. Com essa estratégia em mente, esta Tese está estruturada nos cinco capítulos seguintes.

No **primeiro capítulo**, proponho um mapeamento do PP de modo que unifica classificações presentes na literatura relativas à sua estrutura básica, às suas interpretações e à variação de suas condições. Somado a uma contextualização histórica, tal mapeamento permite não apenas navegar pelas distintas formulações do PP presentes tanto em documentos oficiais quanto na literatura especializada, mas também contornar algumas de suas objeções e entender a eventual conexão de Hans Jonas com o PP. Mais importante, depreende-se deste capítulo um entendimento amplo do PP que será utilizado posteriormente na fundamentação da ciência precautória.

No **segundo capítulo**, tenho como objeto o ideal da ciência livre de valores e sua relação com o PP. Após apresentar tal ideal, seu respaldo histórico, teses relacionadas, temas que ele fundamenta, e argumentos a seu favor, busco evidenciar como críticas negativas às relações entre o PP e a ciência o pressupõem. Detalho, então, seis críticas ao ideal da ciência livre de valores. Ao fazê-lo, meu objetivo é defender que quem assume tal ideal para criticar as relações entre o PP e a ciência não está em melhor posição do que defensores de tais relações. Tal comparação garante uma plausibilidade inicial para as relações entre o PP e a ciência, dentre as quais a ciência precautória.

Dada essa plausibilidade inicial, me ocupo, no **terceiro capítulo**, do ideal da ciência precautória. Forneço inicialmente uma sistematização de sua literatura prévia. Em seguida, proponho uma definição de um dos elementos da ciência precautória, a precaução epistêmica. Tal definição recorre ao conceito de risco indutivo. Finalmente, apresento alguns dos obstáculos levantados pela precaução epistêmica e pela própria ciência precautória.

O **quarto capítulo**, o mais extenso desta Tese, busca definir a ciência precautória a partir do M-CV. Para isso, apresento, em primeiro lugar, conceitos e teses relevantes do modelo para este trabalho. Em segundo lugar, apresento a perspectiva de valor que defendo estar presente na ciência precautória, a saber, a perspectiva de valor da justiça ambiental e da imparcialidade intergeracional. Assim, defino a ciência precautória como a ciência relevante para políticas públicas e para o exercício da responsabilidade dos cientistas realizada por estratégias sensíveis ao contexto, em meio ao pluralismo estratégico, com a presença da precaução epistêmica e cuja adoção está em relação de reforço mútuo com a perspectiva de valor da justiça ambiental e imparcialidade intergeracional. Por fim, defendo que a definição apresentada evita as objeções anteriormente levantadas.

Finalmente, no **quinto capítulo**, discuto conflitos financeiros de interesse na atividade científica e em decisões institucionais enquanto um importante obstáculo para a ciência precautória. Para tanto, foco minha investigação no caso em curso da poluição por substâncias per e poli-fluoroalquiladas (PFAS). Concluo apontando, com base em M-CV, soluções para os impactos negativos de conflitos financeiros de interesse na atividade científica.

Nas **considerações finais**, retomo os resultados atingidos, indico seus limites e sugiro linhas de investigação futuras relativas ao PP e à ciência precautória.

Capítulo 1: O(s) Princípio(s) da Precaução: origens, mapeamento e críticas

All scientific work is incomplete—whether it be observational or experimental. All scientific work is liable to be upset or modified by advancing knowledge. That does not confer upon us a freedom to ignore the knowledge we already have, or to postpone the action that it appears to demand at a given time. Austin Bradford Hill (1965, p. 300).

Apresentação

Este capítulo tem como objetivo introduzir o PP e noções relacionadas a ele que serão utilizadas ao longo desta Tese. Na **seção 1.1**, apresento um contexto histórico do princípio, ressaltando suas origens em casos anteriores à década de 1970. Na **seção 1.2**, proponho um mapeamento do PP de modo que unifica classificações presentes na literatura relativas à sua estrutura básica, às suas interpretações e à variação de suas condições. Subjacente a tal seção está uma definição mínima do PP, além de respostas a algumas objeções comuns dirigidas a ele. Por fim, na **seção 1.3**, detalho, a partir de documentos tornados públicos, como algumas críticas ao PP são exageradas por setores da indústria de modo a desacreditar o princípio.

1.1 Origens anteriores à década de 1970

O PP, que objetiva proteger o meio ambiente ou a saúde humana de danos incertos, voltou ao debate público de maneira saliente em razão da pandemia de Covid-19. Por exemplo, uma cientista afirmou que a resposta lenta do Reino Unido à pandemia e as consequências negativas daí derivadas poderiam ter sido evitadas caso o PP fosse adotado (Vaughan, 2021). As aplicações do PP, contudo, datam bem antes da pandemia e ocorrem em uma variedade de contextos, como para evitar atividades mineradoras no Brasil (Lauda-Rodriguez & Ribeiro, 2019).

Grande parte da literatura especializada sobre o PP o remonta à década de 1970 do século passado e, mais especificamente, ao intitulado *Vorsorgeprinzip*, um de cinco princípios da política ambiental da Alemanha Ocidental (Harris & Holm, 2002; Gardiner, 2006; Barret & Raffensperger, 1999). Não obstante, ainda que essa atribuição histórica faça sentido, ela possui, pelo menos, duas dificuldades.

A primeira delas é que semelhante leitura costuma trazer consigo uma concepção histórica segundo a qual a humanidade teria despertado para riscos ambientais apenas na década de 1970, devido, por um lado, à ocorrência de diversas catástrofes e crimes ambientais em anos

anteriores e, por outro, ao consequente aumento de legislações, instituições e movimentos sociais nessa seara durante esse período. Essa leitura é, não obstante, historicamente falsa (Fressoz, 2012).

A segunda dificuldade é que, ao restringir a origem do PP a tal década, não se torna possível examinar e aprender com casos em que ele fora utilizado anteriormente. Mais além, notar seu uso em séculos passados e em contextos diversos pode auxiliar a entender de modo melhor sua motivação. Urge, portanto, uma breve análise das origens do PP que não se limite ao *Vorsorgeprinzip*.

Uma das maneiras de realizá-la é recorrer às três categorias de investigações em que, conforme Marko Ahteensuu e Per Sandin (2012), pode-se enquadrar investigações sobre as origens do PP: (i) referências à ideia de precaução no senso comum, (ii) referências a códigos específicos de conduta e a argumentos precautórios e (iii) referências a documentos oficiais.

No que concerne (i), alega-se que o PP é a formalização jurídica da ideia cotidiana de precaução. Mais precisamente, defende-se haver, em diversas culturas e desde a Antiguidade, um certo cuidado com as consequências, ainda que incertas, da ação humana. Esse cuidado estaria incorporado em ditados populares de diferentes línguas, como "*better safe than sorry*". Entretanto, a não ser que se evidencie como ações guiadas por essa ideia comum de precaução se assemelhem àquelas prescritas pelo princípio, tal origem pode ter o prejuízo de torná-lo excessivamente vago e impreciso.²

De modo distinto, autores que cujas propostas se enquadram em (ii) atribuem a origem do PP a alguns códigos de conduta ou a argumentos precautórios. Na primeira perspectiva, o PP é remontado, por exemplo, ao termo *primum non nocere* (primeiro, não prejudicar) atribuído a Hipócrates (460 a.C. - 377 a.C.). Sem maiores desenvolvimentos, porém, essa estratégia corre o mesmo risco da categoria (i) de trivializar o princípio.

Embora autores que mencionem a existência de argumentos precautórios anteriores ao PP não definam em que eles consistem, pode-se caracterizá-los como argumentos cuja conclusão prescreve alguma ação para evitar danos incertos elencados nas proposições das premissas. Ahteensuu e Sandin (2012, p. 965) citam dois exemplos nesse sentido. O primeiro refere-se a uma crítica de Julian Morris (2000) em que, para ele, opositores à energia nuclear na década de 1960 afirmavam que seu uso levaria, possivelmente, a uma catástrofe e que, então, ela deveria ser impedida. O segundo exemplo de argumento precaucionário dado por Ahteensuu

² Buscando evitar tal objeção, Per Sandin (2004) define o que seria tomar ações precautórias em seu significado usual e, então, argumenta que o PP as prescreve. Sua proposta tem o demérito, todavia, de não conseguir se aplicar à formulação do PP expressa na Declaração Rio/92 - formulação a ser enunciada mais adiante.

e Sandin (2012, p. 965) refere-se à própria proposta ética desenvolvida por Hans Jonas (2006), a qual, dada sua complexidade, comentarei na próxima seção.

Seja como for, parece-me possível encontrar argumentos do gênero em momentos históricos anteriores aos mencionado acima. Mais precisamente, há casos claros de argumentos precautórios já na primeira metade do século XIX e início do século XX, o que sustentaria a tese de que as origens do PP são temporalmente mais anteriores do que usualmente se considera.³

Em seu livro sobre a história do risco tecnológico, Jean-Baptiste Fressoz (2012) narra como a introdução de determinadas inovações nos séculos XVIII e XIX provocou debates variados acerca de sua legitimidade. Dentre tais inovações, a iluminação a gás e a consequente construção de gasômetros em bairros com alta taxa populacional, em particular, despertou críticas no início da década de 1820 semelhantes a argumentos precautórios.

Em uma das petições contra a construção de um grande gasômetro em Paris, encontra-se, conforme Fressoz (2012, p. 214; tradução minha)⁴, as seguintes afirmações: "(...) uma explosão de gasômetro é, com certeza, improvável, mas suas consequências seriam tais que não podemos aceitar nenhuma incerteza. É preciso, então, interditar os gasômetros de Paris". Nota-se, claramente, uma instância de um argumento precautório: dado que há ameaças incertas (morte da população do bairro ao redor do gasômetro, ainda que improvável), determinada ação é recomendada (interditar a construção do gasômetro).

Na Inglaterra do século XIX, pode-se encontrar outro caso claro de argumento precautório. Na década de 1850, havia teorias diversas tanto sobre os sintomas da cólera quanto sobre sua transmissão. Enquanto alguns cientistas pensavam que ela era transmitida pelo ar, o médico John Snow estava investigando a hipótese de que, na verdade, águas contaminadas a disseminavam (Brody *et al.*, 2000).

Em 1854, quando um surto de cólera eclodiu em determinada região de Londres, Snow notou que vários dos óbitos estavam relacionados a ingestão de água por meio de uma bomba específica. Ele, então, recomendou sua retirada, recomendação atendida que diminuiu

³ Ainda que não use o termo argumento precautório, Malcom MacGarvin (2001) remonta certo raciocínio precautório a uma petição dirigida ao parlamento inglês nos anos 1376-1377. Nela, foi requisitado a proibição da pescaria por rede de arrasto, uma vez que tal técnica estaria levando a um cenário de superexploração. Uma comissão foi, então, criada para averiguar a verdade da afirmação. Apesar de parecer um caso promissor como um antecedente do PP, não consegui encontrar indícios suficientes de que se tratava, de fato, de uma ameaça incerta. Mais além, uma análise histórica desse caso teria que levar em conta o que precisamente incerteza significaria em tal contexto do século XIV. Deixo, então, apenas a menção ao caso registrada como uma forma de estimular mais estudos sobre a história do PP.

⁴ No original: "(...) une explosion de gazomètre est certes improbable, mais ses conséquences seraient telles qu'on ne peut accepter aucune incertitude. Il est donc nécessaire d'interdire les gazomètres de Paris".

drasticamente os casos de cólera naquele território. Novamente, nota-se a semelhança desse caso a argumentos precautórios: dado que há uma ameaça incerta (transmissão de cólera pela bomba de água em meio a teorias diversas sobre seu meio de transmissão) então determinada ação é recomendada (retirar tal bomba).

Um terceiro e último caso de argumento precautório pode ser visualizado no contexto da discussão de agentes da *Food and Drug Administration* (FDA), agência federal estadunidense responsável por proteger e promover a saúde pública, sobre a regulamentação de medicamentos com dietilestilbestrol (DES) no fim da década de 1930. Acreditando que o DES poderia reduzir o risco de complicações na gravidez, médicos e empresas farmacêuticas solicitaram sua liberação. Como havia estudos anteriores em animais não humanos relacionando substâncias do gênero a câncer, alguns comissários da FDA eram, porém, contrários à sua aprovação antes de que se fizesse mais pesquisas.

Conforme relata Nancy Langston (2008, p. 46), o comissário da FDA Walter Campbell, em carta reagindo a críticas de um fabricante do DES, defendeu o que chamou de "ponto de vista conservador" sobre o assunto: dadas as graves consequências de contrair câncer e mesmo que a evidência para tanto não seja definitiva, mais pesquisas sobre a segurança do DES precisariam ser feitas antes de sua aprovação.

Os casos de argumento precautórios brevemente expostos acima evidenciam uma recuperação histórica do PP que o remonta, pelo menos, ao início do século XIX. Neles, também é possível notar como a ameaça que motiva tais argumentos pode tanto ocorrer no futuro (como na liberação de determinada substância - DES - ou na construção de alguma instalação - gasômetro), quanto já estar ocorrendo no presente (como no caso da bomba de água contaminada). Esses dois tipos de ameaças permanecem nas aplicações recentes do PP. Também se observa a presença da inversão do ônus da prova no caso do DES, ou seja, caberia a quem propõe a liberação de determinada atividade danosa garantir sua segurança; várias interpretações recentes do PP admitem esse elemento, como explicarei na próxima seção.

Não obstante as considerações acima, elas não configuram, claramente, ações prescritas por um princípio legal expresso, implícita ou explicitamente, em documentos jurídicos de diversos países. Tal situação apenas começa a emergir, de fato, a partir da década de 1970, quando podemos aplicar a terceira categoria de investigações histórica sobre o PP mencionadas por Ahteensuu e Sandin (2012): referências a documentos oficiais.

Nessa categoria, o *Vorsorgeprinzip* (literalmente, princípio do cuidado prévio ou antecipação) é usualmente considerado como o principal predecessor do PP. Enquanto um dos princípios da política ambiental da Alemanha Ocidental desde a década de 1970 (de modo

explícito, a partir de 1976), tal princípio recomendou ações diversas relativas, por exemplo, à chuva ácida, mesmo na ausência de um entendimento completo sobre ela (Boehmer-Christiansen, 1994).

Nos anos seguintes, termos como "abordagem precautória", "medidas precautórias" e "princípio da precaução" tornaram-se recorrentes em diversos documentos jurídicos domésticos ou internacionais versando sobre danos ambientais ou à saúde humana. Em 1999, por exemplo, Sandin (1999, pp. 902-905) já havia compilado dezenove formulações diferentes do PP. Dada certa discrepância entre as definições apresentadas e seu grande número, vários autores tentaram fornecer classificações do PP visando compreendê-lo de modo melhor. Tais classificações, contudo, são variadas e têm como objetos aspectos distintos do PP. Na próxima seção, busco remediar tal situação propondo um novo mapeamento unificado do PP.

1.2 Navegando pelo PP⁵

As próximas três subseções tratam de três questões cujas respostas sistematizam grande parte da literatura sobre o PP: há uma estrutura básica nele? (subseção 1.2.1); em caso positivo, em qual interpretação do PP ela se expressa? (subseção 1.2.2); finalmente, suas condições de dano ou de conhecimento são fixas ou ajustáveis? (subseção 1.2.3). O diagrama abaixo sintetiza essas questões e antecipa as respostas possíveis.

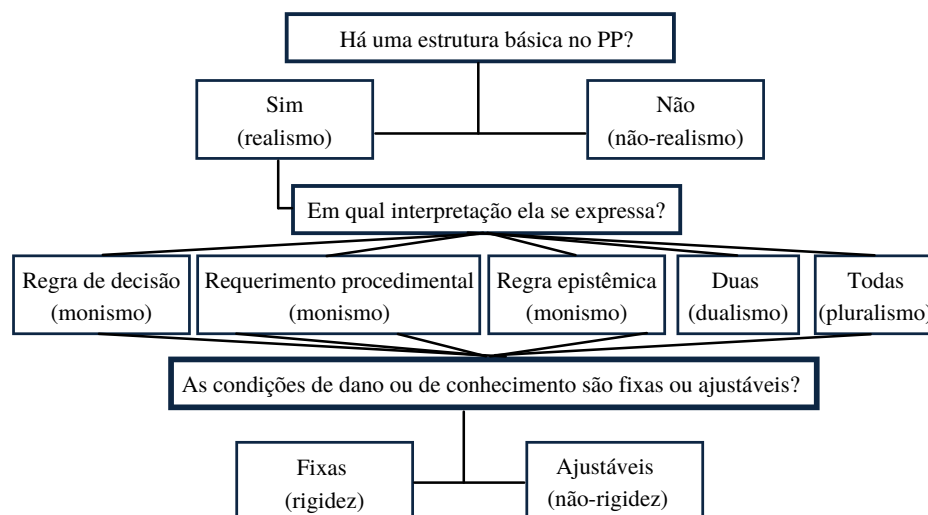


Figura 1 - Mapeando o PP

⁵ Parte desta seção foi publicada em Bravo (2023).

1.2.1 Há uma estrutura básica no PP?

Não é raro encontrar a objeção ao PP segundo a qual ele não possui uma estrutura básica em função de suas diversas formulações tanto em documentos oficiais quanto na literatura especializada (*e.g.*, Jordan & O'Riordan, 1999, p. 16). Assim, uma primeira pergunta relevante para discriminar abordagens relativas ao PP é: há uma estrutura básica no princípio? Chamarei de *realismo* (ou platonismo) a opção teórica que responde afirmativamente e *não realismo* (ou nominalismo) aquela que responde negativamente.

Autores realistas defendem haver uma estrutura básica do PP presente em suas diversas formulações (Aven, 2011; Cezar & Abrantes, 2003; Gardiner, 2006; Manson, 2013; Randall, 2011; Steel, 2015; Trouwborst, 2006; Wedy, 2020). Tal estrutura é frequentemente caracterizada a partir de três ou quatro elementos e estaria implícita nos diversos documentos oficiais que contêm PP. Os três elementos são: (i) a condição de conhecimento, (ii) a condição de dano, e (iii) a medida precautória recomendada.⁶ Tais elementos podem ser expressos em uma condicional cujo antecedente é (i) e (ii), e cujo consequente é (iii). Para menções posteriores, vou chamar tal estrutura de PP-mínimo. Assim:

PP-mínimo: *se há uma ameaça ao meio ambiente ou à saúde humana (ii), que é incerta (i), então alguma precaução é recomendada (iii).*

Especificamente, (i) remete a quanto se sabe sobre uma ameaça frequentemente relacionada ao meio ambiente ou à saúde humana e cuja relação de evidência é caracterizada como incerta.⁷ Agora, existem diferentes maneiras de detalhar o que é incerteza (Cf. Hansson, 2022). Por exemplo, pode-se apelar para a classificação da teoria da decisão que distingue risco (impactos de um ato conhecidos e probabilidades conhecidas), incerteza (impactos conhecidos,

⁶ Autores que acrescentam um quarto elemento a essa estrutura ou se referem ao status da precaução recomendada (Sandin, 1999), se é obrigatória ou apenas sugerida por exemplo, ou à inversão do ônus da prova (Wedy, 2020, p. 60). A inversão do ônus da prova pode se referir a regulamentos que exigem evidências de segurança antes de que um produto seja liberado. Não obstante, o status da precaução recomendada pode ser facilmente acomodado na condição (iii) ao qualificá-la. E a inversão do ônus da prova também pode ser acomodada como uma medida possível em (iii) em vez de um quarto elemento, pois há aplicações precautórias nas quais é impossível aplicar esta cláusula, como ao responder a desastres naturais (Cf. Resnik, 2021, p. 96). De qualquer forma, é possível manter a estrutura básica do PP acima mencionada com apenas três elementos.

⁷ Utilizei o termo "frequentemente", pois é possível encontrar tanto em textos de autores realistas quanto em decisões judiciais o elemento (i) aplicado a danos de diversas naturezas e, consequentemente, não apenas relacionados ao meio ambiente ou à saúde humana (Munthe, 2011, p. 3; Steel, 2015, p. 39; Zander, 2010, p. 106). Como ainda há muita controvérsia sobre a aplicação do PP a outros campos e existem argumentos convincentes sobre por que o raciocínio precautório deve ser restrito ao meio ambiente ou à saúde humana (Cf. Cranor, 2003, p. 306), acho justificável por enquanto restringir a estrutura do PP a esses domínios.

mas probabilidades desconhecidas) e ignorância (impactos e probabilidades desconhecidos) e, então, restringir o PP à incerteza e a ignorância assim entendidas. Outra alternativa é defini-la como ausência de predição (Steel, 2015). Nas seções 1.2.2 e 1.2.3, falarei mais sobre isso. Por ora, basta dizer que a dimensão da incerteza no PP geralmente está abaixo de um limiar que indica resultados fora de dúvida razoável. Acima desse limiar constam os casos em que aplicamos o princípio da prevenção ao invés do PP (Cf. seção 1.2.3).

O elemento (ii) remete a uma(s) ameaça(s) e à sua gravidade (*e.g.*, "irreversível", "séria"). Nesse contexto, uma "ameaça" pode equivaler a um dos significados possíveis do termo "risco", isto é, eventos indesejados incertos (Hansson, 2010, p. 225). Nota-se, ademais, como a gravidade da ameaça é expressa mediante categorias qualitativas que, à primeira vista, podem parecer vagas, mas cujo refinamento é possível - Cf. Manson (2007) sobre "irreversibilidade".

Finalmente, (iii) concerne medidas recomendadas por PP (*e.g.*, "pesquisa de alternativas", "interrupção da atividade geradora de dano") com o fim de mitigar - evitar, minimizar ou reduzir - a ameaça incerta. Tais medidas devem ser proporcionais à (i) e (ii), conforme prescreve o princípio da proporcionalidade.

Presente em textos importantes como a Comunicação da Comissão Europeia relativa ao princípio da precaução (Comissão das Comunidades Europeias, 2000), o princípio da proporcionalidade foi notadamente refinado por Steel (2015, pp. 10-30) e Birch (2021). Steel o entende como composto pelos critérios de consistência e eficiência. Para entendê-lo adequadamente, deve-se saber que uma *versão do PP* na abordagem de Steel é uma especificação do PP mínimo conforme definido anteriormente. Assim, por consistência Steel entende que a precaução recomendada por uma versão do PP não deve ser contraindicada por essa mesma versão; por eficiência, ele entende que se houver mais de uma precaução recomendada por uma versão do PP, a precaução que é menos custosa deve ser preferida.

Birch acrescenta outros quatro critérios ao critério da consistência, a saber, compatibilidade com direitos fundamentais, compensação razoável, adequabilidade e não excessividade; assim como em Steel, o critério da eficiência deve ser utilizado como um critério de desempate, ou seja, quando houver mais de uma precaução que satisfaça aos critérios anteriores. Convém notar, por fim, que Birch defende o papel tanto de especialistas quanto do público em geral na avaliação de cada um dos critérios de sua noção de proporcionalidade.

Seja como for, uma das defesas mais elaboradas estrutura básica do PP, e conseqüentemente, de sua unidade foi dada por Steel (2015, pp. 44-68). Steel não apenas mostra como tais elementos e sua definição de incerteza científica acomodam diferentes formulações

do PP presentes na literatura (PP voltado apenas a catástrofes, PP acomodado pela regra de teoria da decisão *maximin*, e pela outra regra chamada *minimax regret*), como também responde à não realista Miriam Thalos (2009; 2012).⁸ É proveitoso, então, comentar o debate entre eles de modo a compreender posições realistas e não realistas.

Para Thalos (2009, pp. 43-45; 2012, pp. 172-173), não há uma estrutura básica no PP por três razões principais. A (1) primeira delas é haver significados distintos para o prefixo *pre* de precaução que não se interseccionam: (1.1) *pre* pode remeter a agir com cautela antecipadamente, (1.2) *pre* enquanto priorizar determinados valores em detrimento de outros, (1.3) *pre* enquanto fazer planos de modo a estar preparado para um futuro desconhecido, e (1.4) *pre* enquanto evitar injustiças. A segunda razão é que o PP tomaria formas diferentes conforme padrões de ação diferentes (2009, pp. 46-48; 2012, pp. 174-175). No caso do padrão de ação chamado por ela de *front-loading*, toda a cautela prescrita pelo PP ocorreria antes de uma determinada ação, como ocorre em uma caça com arma de fogo. Diferentemente, no caso do padrão chamado *coordinative*, a cautela prescrita pelo PP poderia ocorrer ao longo de várias ações e é passível de se atualizar conforme novas informações vão surgindo, como ocorre na agricultura. Por fim, a (3) terceira razão afirma que o PP pode ser aplicado mesmo em casos em que há estimativas confiáveis de probabilidade e não apenas quando essa condição não ocorre (Thalos, 2009, p. 47).

Steel (2015, pp. 47-48) contra-argumenta a cada uma das objeções acima. Em relação à (3), ele destaca que sua definição de incerteza científica acomoda a ideia de que o PP pode ser aplicado quando há estimativas de probabilidade, isso porque sua definição de incerteza remete à ausência de predição e não a existência ou não de estimativas de probabilidade. No que concerne (2), o PP, para Steel (*ibid.*, p. 48), embora não pressuponha algum padrão de ação específico, é compatível com os dois elencados por Thalos e, em especial, está em uma relação de reforço mútuo com aquele em que uma medida precautória pode variar conforme novas informações surjam, uma vez que essa flexibilidade permite obter precauções menos custosas. Por fim, em relação a (1), Steel defende que (1.1) e (1.3) são consequências do que significa agir antes de que haja evidência esmagadora, o que configura a própria natureza do PP; (1.2) não está presente no PP de acordo com ele, pois seria difícil tornar (1.2) compatível com proporcionalidade;⁹ e (1.4) está em jogo quando se avalia a severidade de um dano no PP.

⁸ PP voltado a catástrofes foi proposto por Cass Sunstein (2005) e Lauren Hartzell-Nichols (2012), cuja definição abordarei na seção 1.2.3. Sobre a proposta de Sunstein, veja sua evolução em Wedy (2020, p. 113-120). PP formulado via *maximin* foi defendido por Sven Hansson (1997a). PP formulado via *minimax regret*, por Anthony Chisholm e Harry Clarke (1993), conforme comentarei na seção 1.2.2.

⁹ Discutirei essa afirmação de Steel na seção 3.3 ao definir a precaução epistêmica.

Antes de passar para as possíveis posições sobre as interpretações do PP, é importante notar que a distinção entre realistas e não realistas neste contexto não equivale a uma postura positiva ou negativa sobre ele. Na verdade, pode-se ser realista sobre a estrutura do PP e considerá-la inútil ou vaga. Respectivamente, pode-se ser um não realista e considerar PP frutífero e relevante em determinados contextos. De qualquer forma, afirmar a existência de uma estrutura no PP é um passo importante para maiores refinamentos.¹⁰

1.2.2 Em qual interpretação tal estrutura se expressa?

É recorrente na literatura sobre o PP uma classificação de acordo com o tipo de regra que ele expressa. Com efeito, se ele expressa uma ação ou conjunto de ações, ele é uma *regra de decisão*. Se, por sua vez, ele se refere a sob quais condições tais ações devam ser tomadas, ele é um *requerimento procedimental*. Por fim, se ele se remete a em que acreditar, ele é uma *regra epistêmica* (Ahteensuu & Sandin, 2012, p. 972; Rechnitzer, 2020; Sandin, 2007).

Em documentos legais, pode-se visualizar a primeira interpretação na definição do PP dada pela Declaração de Wingspread: "Quando uma atividade representa ameaças de danos à saúde humana ou ao meio-ambiente, medidas de precaução devem ser tomadas, mesmo se algumas relações de causa e efeito não forem plenamente estabelecidas cientificamente" (Precautionary Principle Conference, 1998). Já a segunda interpretação pode ser encontrada no princípio 15 da Declaração Rio/92:

De modo a proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com as suas capacidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica *não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis* para prevenir a degradação ambiental" (Declaração do Rio de Janeiro, 1992; ênfase minha).

Finalmente, a terceira interpretação é encontrada em trechos da definição do *Vorsorgeprinzip*: "*Vorsorge* também significa a detecção precoce de perigos para a saúde e o meio ambiente por meio de pesquisas abrangentes e sincronizadas (harmonizadas), em

¹⁰ Outra abordagem não realista recente, não comentada aqui, foi proposta por Per Sandin e Martin Peterson (2019). Diferentemente de Thalós, o não realismo deles afirma que há um conjunto de ideias sob o rótulo do PP que se conectam entre si por semelhanças de família. Em outras palavras, é possível que uma ideia associada ao PP seja semelhante a outra que, por sua vez, seja semelhante a uma terceira, mas pode não haver semelhanças entre a primeira e a terceira.

particular sobre relações de causa e efeito" (Boehmer-Christiansen, 1994, p. 37; tradução minha)¹¹.

É importante notar que as interpretações acima variam em relação à natureza do terceiro elemento da estrutura básica do PP segundo autores realistas, a saber, a medida precautória recomendada. Em outras palavras, cada uma prescreve medidas precautórias com objetos distintos quando há ameaças incertas ao meio ambiente ou à saúde humana: respectivamente, ação, condições para ação, e crença.

Para fins de ilustração, o PP enquanto regra de decisão poderia prescrever a ação "paralisação da atividade potencialmente causadora de dano". O PP enquanto requerimento procedimental poderia instanciar-se na cláusula de inversão do ônus da prova, uma vez que ela se refere a como determinadas ações devem ser feitas e não propriamente alguma decisão em particular. O PP enquanto regra epistêmica poderia ser exemplificado na preferência por superestimar riscos envolvendo o meio ambiente ou a saúde pública a subestimá-los. Desse modo, proponho que cada uma dessas interpretações pode ser derivada da estrutura básica do PP-mínimo. A partir disso, consegue-se discriminar vários tipos de realismo que alguém pode adotar em função das interpretações que acha plausível do PP.

Alguém que considere plausível apenas uma das interpretações acima do PP adotará alguma forma de *monismo*. David Resnik (2021, p. 91; tradução minha)¹², por exemplo, considera plausível apenas a interpretação do PP enquanto regra de decisão, a qual é instanciada na seguinte definição do PP proposta por ele: "Na ausência do grau de evidência científica necessário para estabelecer probabilidades precisas e acuradas para consequências de uma decisão, tome medidas precautórias razoáveis para evitar, minimizar, ou mitigar danos plausíveis e sérios". Resnik (2021, pp. 95-98) é contrário à interpretação epistêmica ao entendê-la como representando a cláusula de inversão do ônus da prova; para ele, ela deve ser apenas uma medida recomendada por PP nos casos em que ela seja possível e razoável, casos de introdução de inovações tecnológicas. De fato, em casos como desastres naturais potenciais, por exemplo, não há como recorrer à aplicação de tal cláusula, embora seja possível aplicar o PP. Por sua vez, a interpretação do PP como requerimento procedimental esvaziaria o princípio de significado e forneceria pouca ajuda na tomada de decisão, de onde sua proposta apenas voltada à regra de decisão.

¹¹ No original: "*Vorsorge* further means the early detection of dangers to health and environment by comprehensive, synchronised (harmonised) research, in particular about cause-and-effect relationships".

¹² No original: "In the absence of the degree of scientific evidence required to establish accurate and precise probabilities for outcomes related to a decision, take reasonable precautionary measures to avoid, minimize, or mitigate plausible and serious harms".

Outros autores que adotam uma forma de monismo semelhante à de Resnik procuram aproximar o PP de alguma regra presente na área de teoria da decisão, área comumente definida como um esforço interdisciplinar - agrupando, por exemplo, contribuições da matemática, economia, ciência política, psicologia e filosofia - sobre a tomada de decisão de agentes (indivíduos ou grupos) racionais (Peterson, 2009; Resnik, 1987).

Antes de comentar quais regras específicas são relacionados ao PP, faz-se necessário introduzir, de maneira forçosamente grosseira, algumas de suas noções básicas. Para tanto, considere a situação corriqueira em que um indivíduo está indeciso entre as seguintes *opções* ou *atos*: ir ao trabalho levando guarda-chuva ou sem levá-lo. Suponha os seguintes *estados*, isto é, descrições do mundo: chove ou não chove. Na tabela abaixo (Tabela 1), cada linha representa um ato, cada coluna, um estado do mundo, e, cada combinação de ato e estado, uma *consequência*.

	Chove	Não chove
Levo guarda-chuva	Não me molho	Não me molho
Não levo guarda-chuva	Fico molhado	Não me molho

Tabela 1 - Problema de decisão 1

Suponha que a pessoa em questão *prefira* não se molhar a ficar molhada, ou seja, ela considera que a consequência de não se molhar é mais desejável que aquela de ficar molhada. Suponha ainda que ela possa atribuir unidades a cada consequência representando o quanto ela valora cada uma. Em teoria da decisão, uma função de utilidade $u(x)$ é justamente a função que irá cumprir esse papel de atribuir um número real a cada consequência, ou seja, a cada par ato-estado.

De acordo com Martin Peterson (2009, pp. 23-27), utilidades podem ser atribuídas conforme escalas ordinais ou cardinais. Em uma escala ordinal, apenas consegue-se saber qual consequência é preferível a outra, mas não quanto. Em outras palavras, elas apenas permitem expressar a ordem das preferências. Desse modo, atribuições de utilidade ao caso da Tabela 1 como $u(\text{Não me molho}) = 0$, $u(\text{Fico molhado}) = -5$, e $u^*(\text{Não me molho}) = 1$, $u^*(\text{Fico molhado}) = -1$, seriam equivalentes, pois a ordem das preferências é mantida.

Em uma escala cardinal se consegue expressar mais informações do que em uma escala ordinal. Há dois tipos de escalas cardinais: escala intervalar e escala de razão. Para os propósitos desta seção, considere apenas a escala intervalar. Ela permite exprimir não somente a ordem das preferências, como também a diferença entre os objetos medidos. Se a atribuição de utilidades ao caso da Tabela 1 for $u(\text{Não me molho}) = 5$, $u(\text{Fico molhado}) = 1$ em uma escala

intervalar, isso significa também que a utilidade da consequência "não me molho" é cinco vezes maior do que a consequência de "fico molhado". Assim, uma atribuição equivalente teria que preservar essa distância entre as consequências e não apenas qual delas é mais preferível.

Resta ainda um último elemento para se abordar de modo satisfatório o problema da Tabela 1: quais as evidências de que o agente dispõe no momento da decisão. Assuma que no caso acima, o agente tenha acessado estatísticas confiáveis segundo as quais a probabilidade de chover no dia em questão é 0,8: $P(\text{chove}) = 0,8$; a probabilidade de não chover é, então, 0,2.

Casos como esse em que o agente sabe tanto as consequências possíveis de seus atos quanto as probabilidades dos estados são, usualmente, classificados como *decisões sob risco*. Neles, uma das regras de decisão mais consensuais é o princípio da maximização da utilidade esperada. A utilidade esperada (UE) de um ato qualquer é calculada pela soma da utilidade de cada consequência multiplicada por sua probabilidade:

$$UE = p_1 \cdot u_1 + p_2 \cdot u_2 + \dots + p_n \cdot u_n$$

Assumindo que $u(\text{Não me molho}) = 1$ e $u(\text{Fico molhado}) = -5$, a UE do ato levar o guarda-chuva é igual a 1, $(0,8 \cdot 1 + 0,2 \cdot 1)$, ao passo que a UE do ato de não levar o guarda-chuva é -4,2, $(0,8 \cdot -5 + 0,2 \cdot 1)$. O princípio da maximização da utilidade esperada recomendaria, portanto, a ação de levar o guarda-chuva.

Por vezes, porém, o agente não possui conhecimento das probabilidades dos estados. Nessas situações, ele pode saber quais são as consequências possíveis dos atos, mas ou não se sabe as probabilidades dos estados ou elas "não são significativas" (Luce & Raifa, 1957, p. 13). Casos assim são classificados como *decisões sob incerteza*. Quando o agente não consegue atribuir probabilidades precisas para os estados nem conhece o conjunto completo das consequências, tem-se casos de *decisões sob ignorância* (Harremoes *et al.*, 2001, p. 170).

É importante ressaltar que a classificação acima não é unânime. Há autores, por exemplo, que dividem a situação evidencial de uma tomada de decisão em decisões sob certeza, risco e ignorância. Nessas classificações, decisões sob ignorância englobariam os casos de decisões sob incerteza e sob ignorância definidos acima; decisões sob certeza, por sua vez, ocorreriam quando o agente está certo de que os atos em questão conduzem, necessariamente, a determinadas consequências; decisões sob risco, por fim, equivaleriam à caracterização dada anteriormente: sabe-se tanto as consequências possíveis dos atos quanto as probabilidades dos estados (Resnik, 1987, pp. 13-14).

Uma delimitação mais precisa dessa classificação é oferecida pela Laura Buchak (2013, p. 8). De acordo com ela, decisões sob risco envolvem probabilidades objetivas, ao passo que decisões sob incerteza, probabilidades subjetivas. Probabilidades objetivas e subjetivas são interpretações distintas do que significa probabilidade. Embora ambas satisfaçam a axiomatização padrão do cálculo de probabilidade, probabilidades objetivas referem-se a propriedades do mundo que independem do conhecimento de agentes, como a interpretação frequentista de probabilidade (Cf. Neiva, 2019); por sua vez, probabilidades subjetivas entendem probabilidade como uma medida de grau de conhecimento, grau de crença racional, ou simplesmente o grau de crença de determinado sujeito (Cf. Gilles, 2000).

Seja como for, autores que interpretam o PP como uma regra de decisão o situam em casos de decisões sob incerteza ou sob ignorância em consonância com as várias caracterizações acima. Contudo, não há para tais casos uma regra amplamente aceita como ocorre com a maximização da utilidade esperada em casos de decisão sob risco. Diferentemente, há uma diversidade delas. Duas parecem ter fortes similaridades com PP: a regra *maximin* e a *minimax regret*. Para ilustrá-las, suponha o seguinte exemplo dado por Sven Oven Hansson (1997a, p. 297; tradução minha)¹³:

Um lago parece estar morrendo por razões que não entendemos totalmente. Uma proposta foi feita para salvá-lo adicionando quantidades substanciais de acetato de ferro. Temos que escolher entre seguir essa proposta e não fazer nada. Há três opiniões científicas sobre os efeitos da adição de acetato de ferro ao lago. De acordo com a opinião (1), o lago será salvo se o acetato de ferro for adicionado, mas, caso contrário, não será salvo. De acordo com a opinião (2), o lago irá se reparar de qualquer maneira, e a adição de acetato de ferro não faz diferença. De acordo com a opinião (3), o lago morrerá independentemente da adição de acetato de ferro ou não. Os defensores das três opiniões científicas concordam que a adição de acetato de ferro terá certos efeitos negativos sobre os animais vivos terrestres que bebem água do lago. Esse efeito é menos sério do que a morte do lago. Felizmente, o acetato de ferro está disponível gratuitamente, de modo que nenhuma diferença econômica ou extra-ecológica entre as duas alternativas precisa ser levada em consideração.

¹³ No original: "A lake seems to be dying for reasons that we do not fully understand. A proposal has been made to save it by adding substantial amounts of iron acetate. We have to choose between following that proposal and doing nothing. There are three scientific opinions about the effects of adding iron acetate to the lake. According to opinion (1), the lake will be saved if iron acetate is added, otherwise not. According to opinion (2), the lake will self-repair anyhow, and the addition of iron acetate makes no difference. According to opinion (3), the lake will die whether iron acetate is added or not. Proponents of all three scientific opinions agree that the addition of iron acetate will have certain negative effects on land living animals that drink water from the lake. That effect is less serious than the death of the lake. Fortunately, iron acetate is available at no cost, so that no economic or other extra-ecological differences between the two alternatives need to be taken into account".

Nota-se como o caso acima se aplica a decisões sob incerteza ou ignorância: sabe-se as consequências possíveis dos atos, mas não há probabilidades disponíveis para os estados do mundo. Cenários assim são comumente encontrados em aplicações do PP. Considerando como atos "adicionar acetato de ferro" e "não fazer nada", como estados os cenários descritos por cada uma das opiniões (1), (2) e (3), e atribuindo utilidades diversas às consequências elencadas, pode-se visualizar o problema de decisão acima na seguinte tabela:

	(1)	(2)	(3)
Adicionar acetato de ferro	5	-5	-17
Não fazer nada	-12	0	-12

Tabela 2 - Problema de decisão 2

De acordo com Hansson (1997a), a decisão prescrita por PP seria o ato de "não fazer nada", isso porque ele aproxima PP da regra conhecida como *maximin*. Sua ideia básica é escolher o ato cuja consequência seja a menos ruim. Para isso, basta, primeiro, ver qual é a pior consequência de cada ato; no caso de tomar a ação de "adicionar acetato de ferro", a pior consequência é aquela representada pela utilidade -17; no caso de tomar a ação de "não fazer nada", a pior consequência é aquela representada pela utilidade -12. *Maximin* sugere então a opção "não fazer nada", pois sua consequência é menos ruim que a pior consequência do outro ato. Conforme Hansson (1997a, p. 295; tradução minha)¹⁴: "A regra *maximin* dá prioridade a evitar o pior que pode acontecer. Portanto, ela corresponde de maneira bem próxima a ideia intuitiva de ser cauteloso, ou exercer precaução".

Diferentemente, Anthony Chisholm e Harry Clarke (1993) aproximam o PP da regra *minimax regret*, a qual prescreve a ação que minimiza o máximo de arrependimento (*regret*). O valor do arrependimento de uma ação é calculado pela subtração da utilidade da melhor consequência de cada estado com a utilidade da consequência em questão. Por exemplo, no estado (3) da Tabela 2 a melhor consequência é representada pela utilidade -12. Forma-se uma coluna de arrependimento para esse estado subtraindo -12 de -17 e -12 de -12. Aplicando o mesmo raciocínio aos demais estados, tem-se a seguinte tabela de arrependimento:

	(1)	(2)	(3)
Adicionar acetato de ferro	0	0	-5
Não fazer nada	-7	0	0

¹⁴ No original: "The maximin rule gives priority to avoiding the worst that can happen. Therefore, it corresponds closely to the intuitive notion of being cautious, or exercising precaution".

Tabela 3 - Tabela de arrependimento do problema de decisão 2

O ato que possuir a menor quantidade de arrependimento seria o ato de "adicionar acetato de ferro" no lago. *Minimax regret* prescreve, portanto, uma ação diferente de *maximin* nesse mesmo caso. Tal regra, porém, supõe que as utilidades sejam atribuídas conforme uma escala intervalar, ao passo que *maximin* pode ser aplicada a partir de uma escala ordinal. Ora, parece que em situações às quais o PP se aplica não é razoável esperar que se possa fornecer utilidades em escala intervalar às consequências possíveis. Desse modo, *maximin* tem sido encarada como a regra mais próxima do PP, embora não esteja livre de suas próprias dificuldades.

Com efeito, há situações em que parece irracional adotar *maximin*. O exemplo clássico foi oferecido por John Harsanyi (1975, p. 39): um agente, que mora em Nova York, precisa decidir entre um novo e ótimo emprego em Chicago ou continuar em seu trabalho chato em Nova York; se ele decidir pelo emprego de Chicago, ele terá que tomar um voo no dia seguinte, o qual tem alguma probabilidade de queda. Tal situação pode ser representada na tabela abaixo:

	Avião cai	Avião não cai
Ir a Chicago	-100	60
Permanecer em Nova York	-10	-10

Tabela 4 - Problema de decisão 3

Na situação acima, *maximin* prescreveria a ação de "permanecer em Nova York", uma vez que ela possui a consequência menos ruim. No entanto, parece contraintuitivo tomar semelhante decisão, uma vez que a probabilidade de que um avião caia é bem pequena e os ganhos de um emprego novo e melhor em Chicago são altos. De modo a evitar problemas do gênero, diversos autores têm recentemente proposto condições específicas para aplicar *maximin* e aproximá-la do PP, tarefa que continua em aberto (Aldred, 2013; Gardiner, 2006).

Katie Steele (2006, p. 29; tradução minha)¹⁵, por sua vez, adota uma forma de monismo em que vale apenas a interpretação do PP enquanto requerimento procedimental. Com efeito, para ela o PP é "(...) mais bem entendido como [um princípio] que fornece diretrizes gerais para formular ou especificar um problema de decisão". Conforme a autora, tais diretrizes são: uma modelagem ampla do espaço de decisão que leva tanto a consideração de alternativas exequíveis como a uma melhor representação das incertezas envolvidas; uma perspectiva consistente com o ideal da sustentabilidade ao levar em conta fatores como equidade inter e

¹⁵ No original: "(...) best conceived as providing broad guidelines for formulating or specifying a decision problem".

intrageneracional na avaliação de ações; e a cláusula de inversão do ônus da prova: em vez de alguma autoridade ter que mostrar que determinada atividade é danosa para proibi-la, cabe a quem a propõe mostrar sua segurança. A presença de tal cláusula tem como objetivo se opor à prática tradicional em que alguma atividade era regulada apenas quando descobriam-se provas de seus efeitos adversos. Em relação às demais interpretações do PP, Steele (2006) apenas menciona algumas objeções a alguma das regras de decisão aproximadas ao PP, como descrevi anteriormente.

Assim como Steele, outros atores também enfatizam a presença da cláusula de inversão do ônus da prova no PP. É preciso, contudo, ter clareza nos padrões de evidência suficientes para sua satisfação; caso contrário, ela pode se tornar excessivamente exigente (Ferreira, 2019, p. 52) ou mesmo praticamente impossível em função dos limites do que se pode obter em experimentos toxicológicos. Com efeito, conforme Hansson (1997b, p. 225; tradução minha)¹⁶:

Muitos problemas de toxicidade são *assimétricos* no sentido de que podem ser resolvidos muito mais facilmente em uma direção do que em outra. Frequentemente, pode ser provado sem qualquer dúvida razoável que uma substância tem um efeito adverso específico. Por outro lado, raramente pode ser provado sem qualquer dúvida razoável que uma substância não tem um efeito adverso específico e, na prática, nunca que ela não tem nenhum efeito adverso. A principal razão para isso é que, no que diz respeito aos efeitos graves a saúde, nos preocupamos com riscos que são pequenos em termos de estatísticas experimentais. (...) Portanto, mesmo nos estudos mais sensíveis, riscos de contrair algo ao longo da vida menores que 10^{-2} ou 10^{-3} não podem ser observados.

Conforme menciona Kevin Elliott (2017, p. 57), ademais, legislações ambientais que se focam na cláusula do ônus da prova podem, implicitamente, encorajar empresas a gerarem evidências segundo as quais seus produtos são seguros em vez de estimular pesquisas para a produção de alternativas mais seguras.

Cabe, por fim, uma última observação a respeito do PP enquanto um requerimento procedimental: ela o aproxima do sentido jurídico de princípio dado por Ronald Dworkin (Arcuri, 2007). Conforme o autor, *regras jurídicas* prescrevem ações específicas quando determinadas condições são satisfeitas; diferentemente, *princípios jurídicos* não são aplicados de modo tudo-ou-nada. Antes, eles funcionam mais como diretrizes que indicam determinado

¹⁶ No original: "Many issues of toxicity are asymmetrical in sense that they can be much more easily settled in one direction than in the other. It can often be proven beyond reasonable doubt that a substance has a particular adverse effect. On the other hand, it can seldom be proven beyond reasonable doubt that a substance does not have a particular adverse effect, and in practice never that it has no adverse effect at all. The major reason for this is that, with respect to serious health effects, we care about risks that are small in terms of experimental statistics. (...) Therefore, even in the most sensitive studies, lifetime risks smaller than 10^{-2} or 10^{-3} cannot be observed".

caminho para uma decisão ao invés de determinarem uma decisão específica (Dworkin, 2002, p. 39).

Por fim, o terceiro tipo de monismo considera legítima apenas a interpretação do PP enquanto regra epistêmica. Martin Peterson (2006a) é um dos autores que endossam tal monismo, entendendo o PP epistêmico como a preferência por falsos positivos a falsos negativos, conforme detalho a seguir.¹⁷

Falsos positivos e falsos negativos são erros presentes e discutidos principalmente no contexto do teste de hipóteses. Grosso modo, existem quatro opções disponíveis quando se está testando uma hipótese da nulidade, isto é, uma hipótese que afirma não haver relação entre dois fenômenos investigados: (1) aceitá-la quando for verdadeira, (2) rejeitá-la quando for verdadeira, (3) aceitá-la quando for falsa, ou (4) rejeitá-la quando for falsa. (1) e (4) são decisões corretas e (2) e (3) incorretas. (2) é conhecido como falso positivo ou erro de tipo I, e (3) como falso negativo ou erro de tipo II. Ainda que o ideal seja evitar ambos os tipos de erros, ele é inatingível. Diminuir a probabilidade de falsos positivos aumenta aquela de falsos negativos e vice-versa. Um dos modos de evitar essa dificuldade seria ampliar a amostra do teste; no entanto, isso raramente é possível dado, por exemplo, o custo financeiro de mais animais não humanos para neles testar determinada substância. Ainda que, por fim, a amostra do teste fosse ampliada, inferências a partir dela dizem respeito a um domínio maior de fenômenos. Há, assim, uma avaliação de perda-e-ganho em decidir qual erro é pior.

A prática científica comum considera os falsos positivos mais graves do que os falsos negativos. Seria pior cometer um falso positivo do que um falso negativo. Portanto, sua probabilidade geralmente é definida em um valor inferior ao do falso negativo. A probabilidade de um falso positivo é o nível de significância de um teste, geralmente denotado por α e, dependendo da área, assumindo valores como 0,05, 0,01 ou 0,001. O valor-p de um resultado refere-se a quão provável ele seria se a hipótese da nulidade e outras suposições do teste fossem verdadeiras. Se o valor-p for menor ou igual a α , então o resultado é comumente visto como estatisticamente significativo. Se esse for o caso, novamente é comum (embora não estritamente correto) inferir que a hipótese nula pode ser rejeitada.¹⁸

A justificativa para definir um valor menor para falsos positivos (por exemplo, 0,05) do que falsos negativos (por exemplo, 0,20) pode ser interpretada como um certo tipo de

¹⁷ Dada a importância da interpretação epistêmica para esta Tese, na seção 3.3 discuto outras definições e proponho uma própria para aplicá-la ao contexto da ciência precautória.

¹⁸ Ressalto que, embora essa descrição descreva parte corrente da atividade científica (cf. seção 3.2), ela é simplificada, pois, dentre outras razões, não se pode simplesmente descartar uma hipótese baseando seu julgamento apenas em um p-valor (Cf. Greenland et al., 2016).

conservadorismo na comunidade científica, se o entendemos no sentido de que é preferível perder uma hipótese verdadeira (falso negativo) do que incluir uma hipótese falsa ao *corpus* científico (falso positivo) (Oreskes & Conway, 2014, p. 18). Não há, porém, um valor pré-determinado para falsos positivos e ele inclusive varia conforme áreas científicas diferentes.

Agora, considere que um grupo de cientistas está testando quão tóxico é uma substância qualquer. Quando esses resultados experimentais são usados para estabelecer regulamentações ambientais ou de saúde humana, um excesso de falsos negativos implicaria que o produto químico sob investigação é menos nocivo do que realmente é, uma situação de sub-regulação e que pode prejudicar o meio ambiente ou a saúde humana. Parece, portanto, que a configuração tradicional do teste de hipótese é enviesada contra o meio ambiente ou a saúde humana. Daí, autores que defendem a interpretação epistêmica do PP prescreverem uma diminuição de falsos negativos e, conseqüentemente, aumento de falsos positivos, como Peterson (2006a).

Dado que a preferência por falsos positivos advém de razões tais como proteger gerações presentes e futuras, uma distribuição de riscos mais equânime, maior proteção a recursos naturais etc. (Lemons *et al.*, 1997, p. 230), a interpretação epistêmica do PP é a interpretação que mais flagrantemente entra em conflito com o ideal de que a ciência deva ser livre de valores (Steel, 2015). Explicitamente reconhecendo isso e endossando a interpretação epistêmica do PP, alguns autores defendem uma alternativa a tal ideal sob o nome "ciência precautória" (Barrett & Raffensperger, 1999).

Não surpreendentemente, a interpretação epistêmica do PP recebeu fortes críticas. Autores como Harris e Soren Holm (2002, p. 357) afirmam que ele demandaria que a ciência fosse "ultraconservadora" ou "irracionalmente cautelosa". Harris e Holm afirmam ainda que a preferência por falsos positivos "(...) distorceria sistematicamente nossas crenças sobre o mundo, e, necessariamente, nos levaria ao longo do tempo a incluir um grande número de crenças falsas em nosso sistema de crenças" (Harris & Holm, 2002, p. 362; tradução minha)¹⁹.

Um importante debate científico no início da década de 1990 também levantou essa discussão. Com efeito, o cientista ambiental Alf Josefson (1990) publicou um artigo no *Marine Pollution Bulletin* afirmando que doze de quatorze localidades no estreito de Skagerrak mostraram um aumento positivo em biomassa, um indicador de eutrofização. No entanto, apenas oito localidades apresentaram aumento positivo significativo ($p < 0,05$), e as outras quatro apresentaram aumento positivo não significativo ($p > 0,05$). Josefson (1990, p. 125) combinou todos os dados e afirmou que havia evidências para concluir que "existe uma

¹⁹ No original: "Such systematic discounting would systematically distort our beliefs about the world, and would necessarily, over time, lead us to include a large number of false beliefs in our belief system".

tendência positiva para a biomassa na área". Ele foi então criticado por Gray (1990, p. 175; tradução minha) por "usar o princípio da precaução e rejeitar as normas estatísticas aceitas", um argumento cujas consequências políticas "são enormes".

Seja como for, Peterson endossa apenas o PP epistêmico, pois, para ele, o PP nas outras interpretações é inconsistente. As outras interpretações do PP para Peterson são inconsistentes em função de um importante teorema que ele prova em Peterson (2006b). Resumidamente, assumindo que o PP é uma regra de decisão para situações em que se pode ranquear apenas de maneira qualitativa a probabilidade (e.g., x é provável, x tem probabilidade não negligenciável, x é mais provável que y) e a utilidade das consequências de atos quaisquer, Peterson demonstra que várias formulações do PP são inconsistentes com condições gerais usadas em teoria da decisão. PP é inconsistente com tais condições no sentido específico de recomendar, por exemplo, que o ato x é preferível ao ato y enquanto determinada condição recomenda o contrário.²⁰

Diferentemente dos autores acima, é possível, embora menos comum, endossar duas das três interpretações elencadas. Nesse caso, teremos alguma forma de *dualismo*. Stephen John (2019), por exemplo, parece adotar postura semelhante ao propor um entendimento do PP tanto com elementos epistêmicos quanto procedimentais, embora não avance nenhuma objeção ao PP enquanto regra de decisão. De modo distinto, ao restringir PP à gestão de riscos e não à sua avaliação e gestão, a Comunicação da Comissão das Comunidades Europeias Relativa ao Princípio da Precaução (Comissão das Comunidades Europeias, 2000) aparenta endossar um dualismo em que há a interpretação de regra de decisão e a de requerimento procedimental.

Com efeito, embora tanto a gestão de risco (*risk management*) quanto sua avaliação (*risk assessment*) façam parte do conjunto maior da análise de risco (*risk analysis*), a avaliação é definida como o momento em que se busca entender a natureza e a amplitude de um risco, ao passo que na gestão se tomam decisões sobre como lidar com os riscos já identificados na

²⁰ Dentre as críticas a Peterson feitas pela literatura sobre o PP, destaco aquela apresentada por Boyer-Kassem (2017). Em especial, este mostra como uma condição do teorema de Peterson implica na possibilidade de contrabalancear ou compensar um aumento na probabilidade de uma consequência não fatal por uma diminuição daquela de uma consequência fatal. Ao permitir isso, tal condição se compromete com a ideia de que consequências fatais e não fatais sejam comensuráveis. Ora, PP, para o próprio Peterson (2006, p. 597; tradução minha), possui a intuição contrária segundo a qual consequências fatais são incomensuráveis com consequências não fatais: "A intuição subjacente ao PP é que algumas consequências são tão ruins que devem ser evitadas (se possível), mesmo que o benefício potencial de aceitar tal risco seja enorme". Independentemente de se concordar ou não com a presença dessa ideia em PP, Peterson a pressupõe. Se ele a pressupõe, então ele não deveria se comprometer com a condição em questão. No entanto, se ele não se compromete com tal condição, então não há como provar seu teorema. Seu resultado depende, então, de que se adote ideias que, em seus próprios termos, partem de intuições contrárias ao PP. Veja Peterson (2017) para uma réplica e Boyer-Kassem (2017b) para uma tréplica.

avaliação (Douglas, 2009, pp. 139-140). Em função de tais características, é comum a alegação de que a avaliação é livre de valor ou neutra, mas não a gestão (Mayo, 1991; Cf. seção 2.1 para mais detalhes). Desse modo, autores implícita ou explicitamente defensores do ideal da ciência livre de valores enquadrarão PP apenas na gestão de riscos, mas não na avaliação.

Finalmente, a adoção das três interpretações elencadas leva a tese do *pluralismo*. Autores como Hugh Lacey (2014, pp. 687-691) e Steel (2015) adotam semelhante postura. Para Lacey, a avaliação da seriedade do dano ao qual PP se aplica deve ser feita à luz da perspectiva de valor da justiça social, participação democrática e sustentabilidade (regra epistêmica), avaliação essa que pode determinar intervenções antes da introdução de determinada inovação tecnológica (regra de decisão) e que deve ser feita, em especial, a partir de deliberações democráticas (requisito procedimental). Ademais, o PP na proposta de Lacey está contido, notadamente, no modo de realizar pesquisas conforme as chamadas *estratégias sensíveis ao contexto*, ou seja, determinada orientação teórica e empírica à investigação que não a restringe à "estrutura subjacente dos fenômenos, aos processos e interações de seus componentes, e às leis que os governam expressas tipicamente em forma matemática (EPILs)", como o fazem as *estratégias descontextualizadoras* (Lacey & Mariconda, 2014, pp. 652-653; Cf. seção 4.1).

Na abordagem de Steel (2015), o PP enquanto requisito procedimental ocorre ao limitar regras de decisão que podem ou não ser utilizadas: efetivamente, aquelas que não permitem nenhuma decisão em face de incerteza - regras paralisantes - não devem ser utilizadas. A afirmação de que a presença de incerteza não deve ser uma razão para se deixar de agir em frente a ameaças ao meio ambiente ou à saúde humana, um dos elementos do PP para Steel, também tem sua face epistêmica. Em particular, Steel (2011; 2015, pp. 172-178) defende que o procedimento de se adotar fatores de incerteza na toxicologia incorpora tal ideia, uma vez que permite estimar doses de referência, isto é, "(...) doses às quais a população pode estar exposta diariamente sem apresentar risco de aparecimento de efeitos nocivos à saúde durante toda a vida" (Oga *et al.*, 2008, p. 76), mesmo a partir de enormes incertezas envolvidas na extrapolação de experimentos em animais não humanos para animais humanos. Por fim, o PP enquanto regra de decisão ocorre na variação da estrutura básica do princípio, conforme menciono na próxima sub-seção.

1.2.3 As condições de dano ou de conhecimento são fixas ou ajustáveis?

A terceira pergunta que permite mapear as opções teóricas relativas ao PP tem como escopo a *rigidez* ou *não rigidez* de suas condições de dano e de conhecimento. Por um lado,

formulações rígidas do PP somente admitem que o princípio se aplica a casos em que haja uma severidade específica da condição de dano e um rigor particular da condição de conhecimento. Por outro lado, aquelas não rígidas permitem que PP possa se aplicar a um contínuo acima ou abaixo de determinado limiar estabelecido para *peelo menos uma* de tais condições.

O "princípio catastrófico" de Manson (2013, p. 612) é um exemplo de uma formulação rígida do PP. De fato, sua condição de ameaça aplica-se a catástrofes e sua condição de conhecimento remete apenas ao que é possível. Não surpreendentemente, tal versão do PP encontra problemas difíceis em relação a estabelecer medidas precautórias proporcionais, como o próprio Manson aponta. O "princípio da precaução catastrófico" de Lauren Hartzell-Nichols (2012, pp. 160-161) é discutivelmente outra formulação rígida do PP. Em sua abordagem, a condição de ameaça aplica-se a catástrofes, as quais são definidas como ameaças onde "vários milhões de pessoas podem sofrer consequências severamente danosas", ao passo que a condição de conhecimento se aplica a casos em que haja entendimento do mecanismo pelo qual a ameaça irá ocorrer, além de que as condições para o funcionamento do mecanismo estejam se acumulando.

Formulações não rígidas do PP em que apenas uma condição varie são comumente encontradas em documentos legais. A Carta Mundial da Natureza de 1982 (UN, 1982), por exemplo, estabelece como fixa a condição de dano em "risco significativo", mas a condição de conhecimento tem como escopo "efeitos adversos potenciais não totalmente compreendidos". No mesmo sentido, a formulação do PP na Declaração Rio/92 (Declaração do Rio de Janeiro, 1992) estabelece "danos sérios ou irreversíveis" na condição de dano, mas "ausência de absoluta certeza científica" na condição de conhecimento.²¹ Em seu documento sobre o PP, a Comissão Mundial sobre a Ética do Conhecimento Científico e da Tecnologia (Comest, 2005) igualmente propõe uma condição fixa de dano, "dano moralmente inaceitável", mas uma condição não rígida de incerteza: "[dano] cientificamente plausível, mas incerto". Tanto "efeitos adversos potenciais não totalmente compreendidos" quanto "ausência de absoluta certeza científica" e

²¹ "Ausência de absoluta certeza científica" é uma condição de conhecimento problemática. Considere que desde pelo menos o século XIX filósofos, em geral, não acreditam na existência de certeza na ciência, mas apenas em crenças falíveis (ou seja, crenças para as quais não há justificativa conclusiva) (Cf. Hoyningen-Huene, 2013). Agora, tal condição implicaria que o PP se aplica a todas as situações. Não obstante, uma interpretação mais caridosa é possível lembrando o contexto da Rio-92 e outros vocabulários jurídicos com os quais o PP estaria em jogo, como o Acordo sobre a Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias da Organização Mundial do Comércio, cujo artigo 5.7 fala sobre "(...) casos em que a evidência científica relevante é insuficiente". Com isso em mente, o professor de direito David Wirth (2013, p. 1171) diz: "Particularmente em países nos quais a regulamentação governamental está sujeita à revisão judicial, um atributo científico caracterizado como 'insuficiente' para uma regulamentação geralmente sugeriria que a medida não resistiria ao escrutínio de uma terceira parte neutra, como um tribunal. Presumivelmente, por razões como esta, o Princípio 15 do Rio e outras autoridades falam de 'ausência de absoluta certeza científica'".

"[dano] cientificamente plausível, mas incerto" podem ser satisfeitos por condições de conhecimento com rigor variados, de onde a não rigidez de tais abordagens.

Finalmente, autores como Resnik (2021) e Steel (2015) propõem definições de PP não rígidas em que ambas as condições possam variar. Na proposta Resnik (2021, p. 91), tanto a condição de conhecimento como aquela de dano podem ser satisfeitas por diversas opções acima de determinado limiar inferior. No caso da primeira, ela precisa ser, no mínimo, plausível, isto é, consistente com fatos científicos bem estabelecidos, hipóteses, leis, modelos ou teorias. Por sua vez, a segunda tem como limiar inferior o dano ser considerado "sério", termo a ser interpretado caso a caso.

Na proposta de Steel (2015), uma afirmação segundo a qual uma condição específica de conhecimento e de dano é suficiente para justificar determinada precaução é, como visto, uma versão do PP. Por exemplo, "se um mecanismo cientificamente plausível [condição de conhecimento] existe pelo qual uma atividade leva a uma catástrofe [condição de dano], então aquela atividade deve ser encerrada gradativamente ou ser restringida significativamente" é uma versão do PP e "se há alguma evidência científica [condição de conhecimento] de que uma atividade leva a um dano significativo e irreversível [condição de dano], então uma alternativa deve ser substituída por essa atividade se for exequível" é outra.

A definição do PP da Declaração de Wingspread é igualmente não rígida de modo semelhante aos autores supramencionados. Nela, porém, a condição de dano não possui um limiar inferior; com efeito, apenas afirma-se "quando uma atividade representa ameaças de danos" sem nenhuma qualificação da severidade de tal dano. A condição de conhecimento, diferentemente, refere-se a "relações de causa e efeito não plenamente estabelecidas cientificamente", o que constitui um limiar máximo abaixo do qual PP é aplicado (Precautionary Principle Conference, 1998).

Seja como for, a discussão acima sobre a não rigidez das condições que disparam uma aplicação do PP tem quatro consequências interessantes. A primeira delas é permitir enfraquecer objeções segundo as quais o PP se aplica a não importa qual possibilidade de dano - argumentos de mera possibilidade, conforme a conceituação de Hansson (2004). Com efeito, esse seria apenas o caso em versões rígidas do PP que dificilmente aparecem em seus textos legais ou em textos de seus defensores; além disso, há propostas, como a de Resnik (2021, pp. 80-82), que, ao estabelecer a plausibilidade como limiar inferior na condição de conhecimento, evita justamente tal acusação.

A segunda consequência consiste em diferenciar o PP do *princípio da prevenção*. Isso é possível pelos limiares superiores estabelecidos para a condição de conhecimento nas

definições acima. Com efeito, se tomamos a definição do PP dada pela Declaração de Wingspread como exemplo, o princípio da prevenção se aplicaria justamente aos casos em que relações de causa e efeito foram plenamente estabelecidas cientificamente.

A terceira consequência remete à possibilidade de acomodar uma outra classificação na literatura sobre o PP e responder a uma objeção relacionada a ela: a classificação que o divide em interpretações fracas e fortes, e a objeção do dilema. Para Cass Sunstein (2005, pp. 24-27), a interpretação fraca do PP afirmaria que não se deve esperar certezas para tomar determinada medida em relação a algum dano incerto; por sua vez, a interpretação forte sustentaria que medidas regulatórias são necessárias sempre que há um dano possível. Assim, a interpretação fraca é uma formulação não rígida com a condição de conhecimento e de dano variando, ao passo que a interpretação forte seria uma formulação rígida com condições fixas de conhecimento e de dano.

Sunstein usa a classificação acima para formular o seguinte dilema. Por um lado, a interpretação fraca é trivial, pois apenas afirma que não se deve esperar certezas para tomar determinada medida. Por outro lado, a interpretação forte é paralisante, porque as próprias medidas prescritas por PP em relação a determinado risco podem também gerar mais riscos. Conforme Sandin (2006, p. 177), isso pode ocorrer direta ou indiretamente: diretamente quando a própria medida prescrita por PP impõe novos riscos; indiretamente quando tal medida é de tal modo custosa que a situação criada impõe outros riscos. Assim, o PP proibiria todos os cursos possíveis de ação. O PP, portanto, seria ou trivial ou paralisante.

De início, cumpre assinalar que a interpretação forte do PP dada por Sunstein é uma formulação rígida do princípio que não aparece em nenhum documento legal nem em textos de seus proponentes. O motivo para essa ausência é a incompatibilidade da interpretação forte com o princípio da proporcionalidade, princípio reconhecido em documentos legais importantes antes da publicação do livro de Sunstein mas desconsiderado por ele.

Por sua vez, a interpretação fraca não é trivial pois, conforme argumenta Steel (2015, pp. 21-25), ela contraindica regras geralmente utilizadas em política ambiental, como a regra padrão de análises de custo-benefício aplicada a contextos de precaução:²² "Uma precaução é

²² Grosso modo, análises de custo-benefício visam responder à questão de se determinado projeto deve ser implementado a partir de três etapas: o cálculo do valor monetário dos benefícios esperados do projeto, o cálculo do valor monetário dos custos esperados do projeto (o valor da perda de uma vida humana, por exemplo, é usualmente estimado em U\$ 6.300.000,00), e a recomendação de que o projeto seja adotado desde que os benefícios esperados superem os custos esperados. Como os custos e benefícios se estendem, em geral, ao longo do tempo, uma taxa de desconto é aplicada a eles representando a ideia de que, por exemplo, o valor atual de receber R\$100,00 a daqui um ano é menor que R\$100,00 e o quão menor depende da taxa de desconto adotada (Ackerman & Heinzerling, 2008; Mishan & Qhua, 2007; Cf. seção 4.2).

justificada somente se pode ser mostrado que seus benefícios esperados superam seus custos esperados" (Steel, 2015, p. 21; tradução minha)²³. Isso pode ser notado mesmo utilizando a definição de incerteza da seção 1.2.1 (*i.e.*, resultados que não estão fora de dúvida razoável) em vez daquela mais elaborada dada por Steel (*i.e.*, ausência de predição).

Com efeito, considere casos em que a presença de incerteza científica impede estimativas quantitativas dos custos e benefícios esperados de uma precaução, o que inviabiliza determinar se os benefícios esperados superam os custos esperados e, então, impossibilita que determinação seja justificada. Casos assim não são meramente uma possibilidade abstrata. Com efeito, eles podem ser ilustrados a partir das diferentes estimativas do custo social do carbono.

O custo social do carbono é o custo, expresso em valor monetário, dos danos causados pela emissão de uma tonelada adicional de carbono. Há, no entanto, um debate amplo sobre qual é seu valor adequado. Steel, por exemplo, cita uma revisão da literatura com cento e três valores que vão de U\$0 a U\$273 (Tol, 2005). Dependendo do valor adotado, tem-se estimativas diferentes dos custos e benefícios esperados de medidas para, por exemplo, reduzir a emissão de gases de efeito estufa. Dada a incerteza em torno do custo social do carbono, não se consegue justificar de maneira inequívoca uma ação específica via a análise de custo-benefício, situação que o PP, mesmo em sua interpretação fraca, consegue evitar. Ela não é, assim, trivial.

Finalmente, a distinção entre formulações rígidas e não rígidas também permite tornar mais precisa a relação entre o PP e um nome recorrente em sua literatura, Hans Jonas. Embora não tendo usado o termo PP, alguns aspectos da filosofia moral de Jonas (2006) são comumente relacionados ao princípio (Reber, 2016; Waldman *et al.*, 2017; Whiteside, 2006). Uma das maneiras de abordar tais aspectos é focar na *heurística do temor* proposta por Jonas.²⁴ Ao conceituá-la no contexto de ameaças tecnológicas crescentes, Jonas argumenta que o prognóstico negativo deve receber mais peso do que aquele positivo em face da possibilidade de perda infinita. Dentre outras razões, ele argumenta que essa heurística é plausível porque a autonomia da tecnologia dificulta sua correção depois que ela está em funcionamento e, mais importante, pois devemos preservar a existência e essência da humanidade. Usando as

²³ No original: "Precaution is warranted only if it can be shown that the expected benefits of the precaution outweigh its expected costs".

²⁴ Sigo a recomendação de Jelson Oliveira (2014) para o uso do termo "temor" a "medo": "A nosso ver, a palavra medo tem uma posição negativa na língua portuguesa que não traduz bem o alemão *Furcht*, cujo termo seria melhor traduzido por temor, por transmitir a ideia não de um sentimento passivo, mas de um receio fundado, de um medo acompanhado de respeito frente à força do mal eminente, de escrupulo e zelo que promovem a precaução; e menos com a perturbação mental provocada por algo estranho e perigoso (patologia), como um sentimento desagradável diante do desconhecido".

ferramentas teóricas acima apenas para fazer sentido dessas passagens no contexto do PP, pode-se entender as afirmações de Jonas como uma defesa do PP onde "catástrofe" é condição de ameaça, "possibilidade" é a condição de conhecimento, e cuja precaução recomendada é uma obrigação de evitar a catástrofe. Portanto, o PP de Jonas seria uma versão bem específica e rígida - veja Coyne (2021, pp. 150-153) para uma interpretação parecida. No entanto, o PP de Jonas traria consigo um princípio da proporcionalidade com mais elementos (*e.g.*, o imperativo de preservar a existência e essência da humanidade) do que os anteriores.

1.3 Agnotologia e o PP²⁵

Além de fornecer uma visão unificada de várias interpretações e definições do PP, o mapeamento da seção anterior permitiu enfraquecer a objeção recorrente de que o princípio se aplicaria a qualquer possibilidade de dano e responder à objeção do dilema. Não obstante, ele não contribuiu para abordar a objeção relativa ao impacto do PP e, em especial, de sua interpretação epistêmica na ciência. Os próximos capítulos se deterão em tal tarefa ao discutirem o ideal da ciência livre de valores, o modelo das interações entre as atividades científicas e os valores, e a ciência precautória.

Para finalizar este capítulo, comento como alguma das críticas dirigidas ao PP são exageradas através de estratégias de construção ativa de ignorância, uma das formas de ignorância estudada pela agnotologia e cujo exemplo mais conhecido é aquele dado pela indústria do tabaco (Kourany & Carrier, 2020; Oreskes & Conway, 2010; Proctor, 2008). Trata-se de uma exposição importante ao evidenciar como as objeções anteriores reaparecem e se rearticulam em outros contextos.

Com efeito, a partir do repositório de plataformas digitais como *Toxic Docs*, *Rachel.org* e *UCSF Truth Tobacco Industry Document*, é possível encontrar evidências de agnotologia sobre o PP e sobre resultados científicos para que ele não seja aplicado. Algumas dessas evidências são alegações exageradas a seu respeito, ao passo que outras tratam explicitamente de desacreditá-lo.

Alegações exageradas sobre o PP e a alcunha de "anticientífico" sem qualquer qualificação advêm, por exemplo, de duas das *think tanks* mencionadas no livro "Mercadores da dúvida" de Oreskes e Conway (2010), a *Competitive Enterprise Institute* (CEI) e a *Cato Institute* (CATO). Em um livro publicado pela CATO em 1998 afirma-se, por exemplo, a

²⁵ Esta seção é baseada, parcialmente, no artigo de minha autoria: Souza (2021).

existência de forças que objetivam suprimir a ciência e seus principais frutos, como saúde, riqueza e conhecimento, levando a humanidade de volta à "Idade das Trevas". Uma dessas forças é o PP que, junto a outros fatores como *junk science*, podem: "(...) fazer a ciência real desaparecer mais rápido do que um contador da máfia com uma bolsa cheia de dinheiro e, com um pouco de astúcia de sua parte, o público enganado nunca saberá" (Milloy & Gough, 1998, p. 2; tradução minha)²⁶. Ao longo do texto, alega-se que o princípio é "anticiência" (*ibid.*, p. 45), pode destruir a ciência (*ibid.*, p. 52) ou mesmo que já eliminou a ciência de políticas públicas (*ibid.*, p. 51). Todas essas alegações são feitas sem nenhuma justificativa pelos dois autores do texto, Steven Milloy e Michael Gough, nomes conhecidos em casos que ilustram agnotologia por parte da indústria do tabaco.

Em um texto publicado pela CEI, *More Sorry Than Safe*, Jonathan Adler (1999, p. 1) afirma, em particular, que PP envia decisões regulatórias contra a introdução de qualquer tecnologia. Em outra publicação da CEI, Bill Durodié (2000, p. 4), após mencionar que a cláusula da inversão do ônus da prova é impossível de ser atingida, afirma que o princípio tem como consequência a destruição do processo que conduz à opinião científica.

Um caso mais claro de agnotologia sobre PP advém, porém, de um memorando interno de uma empresa de relações públicas, *Mongoven, Biscoe & Duchin*, datado de 7 de setembro de 1994. No contexto das discussões regulatórias nos EUA sobre o grupo de substâncias químicas conhecido como dioxina, o memorando recomenda a *Chlorine Chemistry Council* (CCC), ligada a *American Chemistry Council* (ACC) - associação comercial de empresas químicas estadunidenses -, estratégias para se opor a ativistas anti-cloro, como recrutar cientistas que possam fazer perguntas mordazes em uma conferência sobre câncer de mama patrocinada pelo *Greenpeace*, associar-se a outros grupos potencialmente afetados pelos ativistas, e contradizer alegações de ativistas de que há problemas de saúde causados por cloro em crianças.

"A principal recomendação", contudo, é "mobilizar a ciência contra o princípio da precaução"; mais precisamente, tomar medidas para "(...) desacreditar o princípio da precaução nos grupos ambientalistas mais moderados, bem como nas comunidades científica e médica". Em outra passagem: "A indústria deve identificar as implicações colocadas pelo 'princípio da

²⁶ No original: "They can make real science disappear faster than a Mafia accountant with a bag full of cash and, with a little guile on your part, the gulled public will never know".

precaução' e ajudar o público a compreender os danos que infringe ao papel da ciência no desenvolvimento e produção modernos" (Mongovei, 1994; tradução minha)²⁷.

Para setores da indústria, uma aplicação do PP levaria ao banimento de produtos com cloro. De onde, a estratégia de desacreditá-lo ao mesmo tempo em que, por exemplo, se cria e divulga materiais para professores da educação básica elencando os benefícios de produtos com cloro e os supostos altos custos de seu banimento (Beder, 1998).

Uma estratégia ainda mais agressiva em relação ao PP foi sugerida a ACC pela empresa de relações públicas, Nichols-Dezenhall, conforme um memorando interno da ACC vazado em novembro de 2003. O memorando descreve um conjunto de táticas para "estigmatizar" o princípio e apresenta seu orçamento: de U\$12.500 a U\$15.000 por mês. Vale a pena mencionar três de tais táticas (Precautionary Principle Campaign Proposal, 2003; tradução minha)²⁸:

Tática 2: Conduzir e divulgar um estudo de impacto econômico para dramatizar os impactos potencialmente devastadores para a indústria e os consumidores, caso a Califórnia adapte amplamente a legislação e regulamentação baseadas em PP.

Tática 3: Use a sátira e o humor para demonstrar como, levada ao extremo lógico, a aplicação do PP faria os californianos voltarem à idade da pedra. As táticas, por meio de terceiros, incluiriam sites, pôsteres, cartazes, locações de rádio e comunicações pela Internet. (...)

Tática 12: Financie um documentário e uma campanha de mídia associada que examine as consequências negativas "chocantes" do PP no passado, no contexto das situações atuais da AC, se possível. Os possíveis tópicos incluem: o surto de cólera no Peru; Batalha das nações africanas contra a malária sem DDT [Dicloro-Difenil-Tricloroetano], vis-à-vis a possível propagação do vírus do Nilo Ocidental.

Embora a ACC tenha negado a aprovação da proposta acima (Fischer, 2003), pode-se encontrar tais táticas sendo utilizadas em outro contexto: em um relatório da Wirthlin Worldwide - companhia de consultoria para grandes corporações - escrito em cooperação justamente com Nichols-Dezenhall e publicado em anos anteriores (Wirthlin Worldwide, 2000).

²⁷ No original: "The main recommendation—to mobilize science against the precautionary principle". "Take steps to discredit the precautionary principle within the more moderate environmental groups as well as within the scientific and medical communities." "The industry must identify the implications posed by the 'precautionary principle' and assist the public in understanding the damage it inflicts on the role of science in modern development and production".

²⁸ No original: "Conduct and publicize an economic-impact study to dramatize the potentially devastating impacts to industry and consumers should California broadly adapt PP-based legislation and regulation." "Use satire and humor to demonstrate how, taken to its logical extreme, application of the PP would set Californians back to the stone ages. Tactics, through third-parties, would include websites, posters, bill boards, radio placements and internet communications." "Fund a documentary and associated media blitz that examines 'shocking' negative past consequences of the PP, in the context of present-day CA situations if possible. Possible topics include: the Peruvian outbreak of cholera; African nations' battle with malaria without DDT, vis-à-vis the possible spread of West Nile virus".

Nesse relatório, antes de algumas recomendações mais moderadas à indústria, várias passagens ilustram as táticas acima. Em relação às táticas 2 e 4, alega-se que o PP é um suicídio a qualquer sociedade que valore o progresso e a inovação ou que, se aplicado a tecnologias passadas, ainda estaríamos na Idade das Trevas. No que concerne à tática 12, afirma-se no texto que, por conta da desclorização da água no Peru, medida supostamente prescrita por PP, 300.000 pessoas contraíram cólera e 3.500 morreram. No entanto, análises sobre tal epidemia de cólera mostram que nunca houve uma decisão para desclorizar água, tanto que a adição de cloro seguiu em vários lugares (Lima, por exemplo) e, nos lugares em que não seguiu, isso se deveu a problemas de infraestrutura e não ao PP (Tickner & Gouveia-Vigeant, 2005). Trata-se, então, de uma alegação com o intuito claro de desinformar sobre o PP, assim como a alegação frequente de que sua adoção em países na África teria prejudicado o combate a malária ao proibir o uso de DDT (Oreskes & Conway, 2010, p. 220-232).

Um último exemplo talvez ilustre de maneira melhor tais estratégias agnotológicas sobre o PP. Em 2001, um funcionário do Departamento de Saúde do Reino Unido solicitou a Philip Morris, a partir do PP, a redução de cacau e posterior retirada de tal aditivo de seus produtos em razão de pesquisas conflitantes sobre seus efeitos adversos. Em resposta, a empresa multinacional produtora de tabaco apresentou um relatório em que, baseada em estudos de seus próprios cientistas, defendia não apenas que o PP não se aplicava nesse caso, mas que "não seria racional ou mesmo 'cauteloso' requerer a retirada de ingredientes dos produtos de tabaco" (Submission by Philip Morris, 2001, p. 12; tradução minha)²⁹.

Os estudos que embasaram a afirmação acima seriam publicados em 2002 no periódico *Food and Chemical Toxicology*. Marcia Wertz *et al.* (2011) investigaram documentos internos da própria Philip Morris sobre todas as etapas que envolveram tais estudos. Conforme os autores, há uma manipulação na apresentação dos dados semelhante àquela utilizada em pesquisas para criar dúvidas sobre os efeitos adversos do fumo passivo. Dentre várias das instâncias de manipulação, destaco: a própria publicação foi considerada "um trabalho interno" (vinte pessoas ligadas ao periódico - editor chefe, editor assistente, pareceristas, membros do corpo editorial - possuíam conexões das mais variadas com a indústria do tabaco); setenta e dois ingredientes não foram medidos no experimento (em particular, onze hidrocarbonetos aromáticos policíclicos); o nível de amônia foi medido nos experimentos, mas não foi publicado; houve alteração na normalização dos dados de modo que vários ingredientes deixaram de atingir o limiar de significância dos testes; e número pequeno (nove) de ratos nos

²⁹ No original: "(...) it would not be rational or even 'cautious' to require the removal of ingredients from tobacco products".

resultados toxicológicos de experimentos com animais. Essas manipulações são tão graves que os próprios autores concluem que tais pesquisas poderiam ser utilizadas para eliminar o uso de todos os aditivos de cigarros e não o contrário (Wertz *et al.*, 2011, p. 10).

Em resumo, os comentários dos documentos acima evidenciam estratégias de construção ativa de ignorância sobre o PP e sobre resultados científicos para que ele não seja aplicado. Ressalto como tal conclusão não se baseia em supostas intenções de seus autores nem em disputas interpretativas. Pelo contrário, há frases explicitamente voltadas a criar ignorância sobre o PP ou ações recorrentes estudadas pela agnotologia.

Capítulo 2: O ideal da ciência livre de valores e sua relação com o PP e a ciência

The conflict is not between science and antisience but between different pathways for science and technology; between a commodified science-for-profit and a gentle science for humane goals; between the sciences of the smallest parts and the sciences of dynamic wholes. Richard Levins (2003, p. 356).

Apresentação

Este capítulo tem como objeto o ideal da ciência livre de valores e sua relação com o PP. Na **seção 2.1**, apresento o ideal, seu respaldo histórico, teses relacionadas, temas que ele fundamenta, e argumentos a seu favor. Na **seção 2.2**, evidencio como críticas negativas às relações entre o PP e a ciência o pressupõem. Na **seção 2.3**, detalho seis críticas ao ideal da ciência livre de valores. Defendo que elas constituem obstáculos graves a qualquer posição que adote tal ideal. Mas, se esse é o caso, então quem o assume não está em melhor posição que defensores das relações entre o PP e a ciência, dentre as quais a ciência precautória.

2.1 O ideal da ciência livre de valores (CLV)

Há várias maneiras de entender o ideal da ciência livre de valores. Contemporaneamente, tem sido usual na literatura de valores na ciência definições como a de Kevin Elliott (2017, p. 7; tradução minha)³⁰: "(...) valores devem ser excluídos dos aspectos centrais do raciocínio científico, como decisões sobre quais metodologias ou padrões de evidência empregar". No entanto, ao se focar em "aspectos centrais do raciocínio científico", tal definição não abrange outros momentos da atividade científica, tais como a escolha do tema de pesquisa, a realização dela, a avaliação da teoria conforme os dados obtidos, sua comunicação e aplicação.

Assim, julgo mais apropriado para os propósitos desta Tese pressupor a definição inicial do ideal dada por Hugh Lacey (1999; 2010; 2013; 2022) e demais colaboradores (Lacey & Mariconda, 2014; Mariconda & Ramos, 2003; Barbosa, 2011). Digo definição inicial do ideal pois não irei utilizar, neste capítulo, as redefinições ou reabilitações do ideal propostos por tais autores (Cf. seção 4.1). Tampouco irei recorrer apenas a seus conceitos ao desenvolver o ideal, pois semelhante estratégia não trará prejuízos para os objetivos deste capítulo. Com efeito, em

³⁰ No original: "(...) values should be excluded from central aspects of scientific reasoning, such as decisions about what methodologies or standards of evidence to employ".

sua exposição, igualmente recorrerei a outros autores da área de valores na ciência. Dadas essas ressalvas, a definição do ideal da ciência livre de valores (CLV) pode ser apresentada do seguinte modo:

(CLV): a ciência é livre de valores se, e só se, for imparcial, neutra e autônoma.

De maneira provisória, pode-se entender valores como algo desejável ou digno de ser buscado (Elliott, 2017, p. 11). Valores podem se relacionar com a ciência como uma razão para fazer determinadas escolhas ou em relações causais com elas (Ward, 2021). CLV pressupõe uma distinção entre dois tipos de valores: valores cognitivos e não cognitivos ou, alternativamente, valores epistêmicos e valores não epistêmicos. Enquanto os primeiros (*e.g.*, a adequabilidade empírica de uma teoria) seriam indicativos de objetivo(s) da ciência tais como verdade, conhecimento ou entendimento, os segundos (*e.g.*, diversidade social), doravante chamados apenas por "valores", não. Juízos de valor podem ser de dois tipos: a afirmação de que um determinado valor (cognitivo ou não) é desejável em determinado objeto, e a afirmação de que determinado valor (cognitivo ou não cognitivo) é mais importante que outro (Lacey, 2010, p. 36). A afirmação relativa ao grau manifestado por um valor é determinado contexto também é vista como um juízo de valor para alguns autores, enquanto para outros se trata de um enunciado estimativo de valor.

A diferença terminológica entre valores cognitivos ou valores epistêmicos não é gratuita: alguns autores entendem que valores epistêmicos são um subconjunto de valores cognitivos. Uma das possíveis razões para isso é que, enquanto valores epistêmicos seriam necessários ou suficientes para a verdade de alguma teoria, valores cognitivos (*e.g.*, maior sucesso preditivo de uma teoria) também auxiliariam a avaliar o que conta como uma boa teoria embora não sejam condição para sua verdade (Cf. Laudan, 2004). Nesse sentido, valores cognitivos ou epistêmicos também são por vezes chamados de "virtudes teóricas". Não obstante, no restante deste capítulo seguirei adotando o termo "valores cognitivos" de modo amplo para me referir a "valores cognitivos ou epistêmicos" e "valores" para me referir a "valores não cognitivos ou não epistêmicos".

A imparcialidade diz respeito à aceitação de uma teoria ou hipótese conforme apenas valores cognitivos à luz da evidência empírica relevante (Lacey & Mariconda, 2014, p. 646). Assim definida, a imparcialidade é sinônimo de uma das maneiras de entender a *objetividade científica* (Cf. Douglas, 2009, pp. 115-132; Reiss & Sprenger, 2020) e está limitada ao momento da ciência em que se avalia teorias. Caso valores também cumprissem aí um papel, procede um

defensor de CLV, aceitar-se-ia uma teoria como verdadeira apenas porque se quer que ela seja, situação descrita pelo conceito de pensamento desejoso (*wishful thinking*) (Steel, 2018). A ciência, portanto, deixaria de alcançar seu(s) objetivo(s) ao não se regular pela imparcialidade: eis um primeiro argumento para CLV (Haack, 1993).

A neutralidade, por sua vez, sustenta que teorias científicas não estão sujeitas a valores específicos. Alternativamente, elas não privilegiam determinados valores em detrimento de outros. A neutralidade subdivide-se em neutralidade cognitiva, isto é, teorias científicas não possuem valores no conjunto de suas implicações lógicas, e neutralidade na aplicação, ou seja, as aplicações do conhecimento científico não favorecem determinados valores em detrimento de outros (Lacey, 2013, p. 79).

Teorias científicas podem ser aplicadas teórica ou praticamente: teoricamente quando se aplica a fenômenos gerando entendimento sobre eles, e praticamente quando se aplica em atividades práticas (geralmente tecnológicas) informando-as (Lacey, 1999, p. 14). Embora a ciência possa, então, informar aplicações tecnológicas, a tecnologia também auxilia na condução de pesquisas por meio de instrumentos de medidas ou aparatos de experimentos, por exemplo. No entanto, apesar de algumas áreas científicas estarem quase que inteiramente dependentes da tecnologia, as tecnociências, é importante não reduzir a ciência a elas (Lacey, 2012).

Por fim, a autonomia - ou liberdade científica - prescreve que a comunidade científica não deva sofrer interferências consideradas externas em decisões referentes a prioridades de pesquisa e/ou à escolha de projetos, metodologias e critérios para avaliar teorias; além disso, ela deve receber apoio da sociedade ou do Estado para investigar os problemas que ela própria considere importante (Lacey & Mariconda, 2014, p. 652; Cf. Barbosa, 2011; Wilholt, 2010, p. 175). Pode-se ainda restringir o escopo da autonomia a áreas consideradas "básicas" ou "puras", mas não às "aplicadas" (Lacey, 2010, pp. 43-44).

Assim entendidos, os componentes acima explicados do CLV (imparcialidade, neutralidade e autonomia) são compatíveis com vários papéis de valores na ciência, dentre os quais restrições éticas em experimentos com humanos e animais não humanos, e a presença de um *ethos* científico (Lacey, 1999, pp. 16-17). Restrições éticas na experimentação limitam a *abrangência* da ciência, isto é, o ideal também moderno segundo o qual qualquer objeto pode ser, em princípio, investigado cientificamente (Lacey, 2022, p. 45).

Cabe notar ainda que o CLV pode ou não pode ser praticamente alcançável. No primeiro caso, cabe a seus proponentes fornecer exemplos do gênero. Assim, CLV (ou parte dele) teria uma carga descritiva. No segundo caso, um defensor poderia alegar que, mesmo não sendo

exequível, CLV cumpre uma função reguladora importante na prática científica: ele seria um importante ideal a seguir seguido. CLV, nessa perspectiva, teria uma carga normativa. Em todo caso, ser ou não ser praticamente alcançável por si só não debilita a plausibilidade de CLV. Digo "por si só" porque a inequexibilidade do CLV seria um problema para ele caso se pressuponha também alguma outra tese sobre ideais, tais como a tese do "dever implica poder" (um dever impraticável por agentes não é um dever legítimo).

De todo modo, a função reguladora supramencionada pode-se referir à tentativa de impedir, ao máximo possível, a ocorrência de pensamento desejoso como já comentado, ou eventos similares a casos históricos em que, flagrantemente, o papel de valores corrompeu a atividade científica. Um dos casos mais comumente citados é a ciência nazista, explicitamente contrária à CLV, adepta do eugenismo e à serviço da raça ariana (Proctor, 2000). Outro é o "caso Lysenko" na União Soviética, em que geneticistas críticos do agrobiólogo Trofim Lysenko foram perseguidos e, em 1948, o ensino da genética proibido (Cf. Loreto, 2019; Roll-Hansen, 2005). Caso se queira evitar semelhantes casos, um defensor de CLV diria, é preciso endossar tal ideal. Eis um segundo argumento para CLV, o argumento histórico.

No que concerne a história de CLV propriamente dita, Lacey (1999, p. 2) o remonta a dois dos fundadores da ciência moderna no século XVII: Galileu Galilei (2009; 2011) e Francis Bacon (1999). Grosso modo, o ideal da imparcialidade é instanciado na preocupação de ambos em estabelecer critérios específicos para juízos científicos adequados - valores cognitivos na terminologia acima -, critérios que impeçam a aceitação de que determinada teoria é o caso simplesmente porque, conforme determinados valores culturais, religiosos ou sociais, assim se deseja. Pode-se, assim, interpretar a teoria dos ídolos de Bacon como uma tentativa de afastar tais critérios considerados inapropriados à avaliação científica.³¹ Ademais, em Galileu, conforme Lacey e Mariconda (2012), já era possível notar pelo menos quatro valores cognitivos: adequabilidade empírica, poder explicativo, evitar a introdução de hipóteses *ad hoc* e simplicidade.

Por sua vez, a neutralidade seria garantida pela linguagem das teorias científicas, uma linguagem matemática, exata e destituída de fatores valorativos. Assim sendo, tal linguagem não possuiria valores no conjunto de suas consequências lógicas (tese da neutralidade cognitiva). Ademais, se esse é o caso, então teorias científicas e suas aplicações não favorecem

³¹ Bacon (1999) desenvolve sua teoria dos ídolos, os quais atrapalham o intelecto humano, entre os aforismos XLI e LXVII do *Novum Organum*. São eles: ídolos da tribo, ídolos da caverna, ídolos do foro e ídolos do teatro. Destaca-se apenas como alguns deles se referem a interferências do ânimo do indivíduo, da autoridade de pessoas que se admira e respeita ou de doutrinas filosóficas.

determinados valores em detrimento de outros (tese da neutralidade na aplicação). O célebre argumento dos dois livros de Galileu pode ser entendido como um dos principais argumentos para tais teses, uma vez que afirma serem incomensuráveis e, portanto, não passíveis de entrarem em conflito a linguagem científica - o livro do universo - e a linguagem da Bíblia - o livro da revelação (Lacey & Mariconda, 2012, p. 125ss).

Dados os ideais da imparcialidade e da neutralidade, pode-se concluir que as atividades científicas possuem uma dinâmica interna específica que deve ser preservada sob pena de não atingir seus objetivos. Emerge, então, o ideal da autonomia, ou seja, o ideal de que as atividades científicas não devam receber interferências externas que dificultem seu funcionamento adequado. Nas palavras de Galileu (2009, p. 66): "Não se deverá, pois, (...) fechar o caminho ao livre filosofar a respeito das coisas do mundo e da Natureza como se elas já tivessem sido todas reconhecidas e reveladas com certeza".

Em sua análise histórica do ideal da ciência livre de valores, Proctor (1991) demonstra como os ideais acima permanecem nos séculos posteriores ao século XVII, embora se articulem diferentemente em novos contextos e se relacionem com outras teses. A permanência do CLV ocorre em correntes das mais diversas posições políticas: do "marxismo neutro" à economia ortodoxa (Proctor, 1991, p. 122; 182). Em relação a contextos diferentes, a autonomia, por exemplo, será erigida contra interferências não mais da Igreja, senão do Estado e, posteriormente, da Indústria e de movimentos sociais.

Em retribuição a não intervenção do Estado nas pesquisas científicas, por exemplo, os membros das nascentes sociedades científicas no século XVII prometem: "Melhorar o conhecimento das coisas naturais e de todas as Artes, Manufaturas, Mecânicas, Práticas, Engenharias e Invenções de Experimentos (*sem interferir na Divindade, Metafísica, Moral, Política, Gramática, Retórica ou Lógica*)" (Hooke *apud* Proctor, 1991, p. 33; tradução e grifos meus)³².

Nessa passagem também é possível notar como, recusando adentrar no campo moral e recebendo um suporte sem intervenção do Estado, a ciência traria progresso tanto no campo teórico ("Melhor o conhecimento das coisas naturais...") quanto no tecnológico ("...e de todas as Artes, Manufaturas, Mecânicas..."). Mesmo livre de valores ou, melhor, por sê-lo é que ela traria bons resultados à humanidade. Nas palavras de Proctor (1991, p. 96; tradução minha)³³:

³² No original: "To improve the knowledge of natural things, and all useful Arts, Manufactures, Mechanics, Practices, Engynes and Inventions by Experiments (not meddling with Divinity, Metaphysics, Moralls, Politicks, Grammar, Rhetoric, or Logick)".

³³ No original: "... science, pursued for its own sake, would enable men to transcend their petty differences; science would triumph over war and social conflict as it had triumphed over ignorance and disease".

"(...) a ciência, buscada por si mesma, permitiria aos homens transcender suas diferenças mesquinhas; a ciência triunfaria sobre a guerra e o conflito social, como triunfara sobre a ignorância e a doença". Em suma, a autonomia e a neutralidade científicas garantiriam o progresso científico, tese recorrente até os dias atuais.³⁴

No que diz respeito à relação do CLV com outras teses presentes em sua história, cabe destacar duas que serão mais frequentemente evocadas a partir do século XIX, embora suas origens também remontem ao início da ciência moderna (Mariconda, 2006). Trata-se das teses do não cognitivismo em metaética e da dicotomia fato-valor.³⁵ Conforme Rui Silva (2014, p. 2), o *não cognitivismo* pode ser caracterizado como a defesa de que "(...) os enunciados morais não têm condições de verdade e não representam factos morais; (...) [e] os enunciados morais não exprimem crenças, mas atitudes não cognitivas [aprovação, desejos etc.]".

Não possuindo condições de verdade, enunciados morais não podem ser verdadeiros nem falsos: eles seriam apenas expressões de gostos, desejos ou emoções. Daí a recorrente afirmação de que não é possível argumentação racional a seu respeito. Com efeito, sobre valores, dirá um economista no século XX adepto do ideal da ciência livre de valores, "(...) os homens, em última análise, só podem lutar" (Friedman, 1981, pp. 164-165). Séculos antes, Bacon já afirmava que o conhecimento moral poderia atrapalhar o conhecimento da natureza, além de ser perigoso (Proctor, 1991, p. 32). Tais afirmações sobre a subjetividade dos valores contrastam com a objetividade dos fatos, contraste instanciado na célebre dicotomia fato-valor.

Conforme Julian Reiss (2017, p. 2), a *dicotomia fato-valor* (FV) pode ser definida a partir de duas teses:

(FV): (i) juízos fatuais são verdadeiros somente em razão de como é o mundo e (ii) a verdade deles pode ser conhecida independentemente de juízos de valor não epistêmicos (juízos éticos, estéticos, políticos etc.).

³⁴ Evidência disso é sua presença no documento que fundamentou a política científica pós-segunda guerra dos Estados Unidos e que serviu de inspiração para diversos outros países, como o Brasil: "O progresso científico em um extenso campo resulta da livre atuação de intelectos livres, trabalhando em temas de sua própria escolha, ditados por sua curiosidade pela exploração do desconhecido. A liberdade de investigação precisa ser preservada em qualquer plano de apoio governamental à ciência" (Bush *apud* Barbosa, 2011, p. 533).

³⁵ Proctor (1991, pp. 39-52) ainda faz menção à "desvalorização do ser", interpretação histórica da revolução científica cunhada por Alexandre Koyré (2006, p. 6) segundo a qual, dentre outras características, a antiga concepção hierárquica do mundo dá lugar à outra destituída de conceitos valorativos, como o conceito de harmonia. Não abordarei essa interpretação nesta Tese em função dos diversos debates em história da ciência que suscita estarem fora de seu escopo.

Podemos chamar a primeira tese de semântica e a segunda de epistêmica. Com efeito, a tese semântica acima permite notar como juízos fatuais distinguem-se daqueles morais por possuírem condições de verdade. É importante notar que, sendo uma *dicotomia* e não apenas uma *distinção*, não haveria uma intersecção entre tais juízos. Por sua vez, a segunda tese ilustra o já citado ideal da imparcialidade. Seja como for, convém destacar como FV é uma implicação do não cognitivismo. Ora, se alguém assume não cognitivismo, mas a negação de FV, então haveria irracionalidade em tudo e, assim, a ciência não estaria em melhor posição do que discussões morais.

Os comentários acima permitem entender como defesas do CLV geralmente estão associadas ao não cognitivismo e à FV. Ainda que suas passagens estejam sujeitas a disputas interpretativas diversas, vários trechos da obra de David Hume não apenas parecem instanciar tais teses, mas, em especial, foram lidas através dessas lentes por importantes filósofos e cientistas nos séculos XIX e XX (Proctor, 1991, pp. 7-8).

Hume não somente endossa uma posição não cognitivista em metaética (o emotivismo), ilustrada em passagens do *Tratado* como "(...) é impossível, portanto, declará-las [paixões, volições ou ações] verdadeiras ou falsas, contrárias ou conformes à razão" (Hume, 2009, p. 498), como também aparenta sustentar FV na célebre passagem abaixo ao defender a não derivabilidade de proposições normativas a partir de descritivas:

Não posso deixar de acrescentar a esses raciocínios uma observação que talvez se mostre de alguma importância. Em todo sistema de moral que até hoje encontrei, sempre notei que o autor segue durante algum tempo o modo comum de raciocinar, estabelecendo a existência de Deus, ou fazendo observações a respeito dos assuntos humanos, quando, de repente, surpreendo-me ao ver que, em vez das cópulas proposicionais usuais, como *é* e *não é*, não encontro uma só proposição que não esteja conectada a outra por um *deve* ou *não deve*. Essa mudança é imperceptível, porém da maior importância. Pois, como esse *deve* ou *não deve* expressa uma nova relação ou afirmação, esta precisaria ser notada e explicada; ao mesmo tempo seria preciso que se desse uma razão para algo que parece inteiramente inconcebível, ou seja, como essa nova relação pode ser deduzida de outras inteiramente diferentes (Hume, 2009, p. 509).

O sentido exato atribuído por Hume a não possibilidade de deduzir de proposições normativas - aquelas com a forma verbal *deve ser* - a partir de descritivas - aquelas com a forma verbal *é* - é objeto de discussão na literatura (Marchetti & Marchetti, 2017, p. 5). Em todo caso, as interpretações da passagem acima concordam na adoção de FV por Hume seja por considerar como logicamente incorreta a inferência de um juízo fatural a um normativo, seja por supor que tais juízos estejam em domínios ontologicamente distintos. Com base em tal passagem, pode-

se defender que a ciência trata apenas do que é, mas não do que deve ser, o que a permite ser livre de valores.³⁶ Semelhante estratégia argumentativa ressoa em diversos autores posteriores, dentre os quais, notadamente, Max Weber.

A defesa de Weber do CLV e, em específico, do ideal da neutralidade, se dá a partir de justificativas diversas (Weiss, 2014). Para os propósitos desta seção, cumpre, em primeiro lugar, assinalar seu recurso à separação supramencionada entre o domínio do que é e aquele do que deve ser. Já no texto *A Objetividade do Conhecimento na Ciência Social e na Política* de 1914, por exemplo, encontramos a queixa de que nas ciências sociais ainda não foi introduzida "(...) uma divisão de princípios entre o conhecimento daquilo 'que é' e daquilo que 'deve ser'" (Weber, 2001, p. 108). Em *O significado da 'neutralidade axiológica' das ciências sociológicas e econômicas* de 1918, ademais, Weber utiliza tal separação para atacar supostas "avaliações puramente econômicas" que não poderiam ser feitas sem "(...) esse salto da categoria 'é' para a categoria 'deve'" (Weber, 1948, p. 36).

As ciências sociais devem, assim, evitar se pronunciar sobre valores, o que não significa que elas não possam se ocupar deles. Com efeito, Weber se esforça em evidenciar como analisar cientificamente as condições e consequências de valores é distinto de defender algum valor como o valor adequado. Um dos elementos que possibilitaria semelhante divisão de tarefas é a separação entre meios e fins. Cientistas tomariam os fins (*e.g.*, reduzir a inflação) previamente decididos por agentes políticos e apenas analisariam os meios para que se possa alcançá-los. A questão da adequabilidade dos fins é, para Weber, externa à ciência. Não surpreendentemente, uma das razões que fornece para isso o aproxima do não cognitivismo: "A defesa 'científica' é destituída de sentido em princípio porque as várias esferas de valor do mundo estão em conflito *inconciliável* entre si" (Weber, 2013, p. 102; ênfase minha).

Ainda que não livre de críticas, as considerações acima de Weber repercutiram, conscientemente ou não, nos escritos de diversos cientistas. No caso novamente da economia, em particular, Lionel Robbins afirma em seu clássico *Essay on the nature and significance of economic science* de 1932: "Como acabamos de ver, a análise econômica é *wertfrei* [livre de valor] no sentido de Weber. Os valores que leva em conta são avaliações de indivíduos. A questão de saber se, em qualquer outro sentido, elas são valorações valiosas não entra em seu

³⁶ A associação de juízos descritivos a fatos e juízos normativos a valores não é de todo correta se aceitarmos, como o faz Putnam (2002), a existência de juízos descritivos com termos densos (*i.e.*, aqueles com carga tanto valorativa quanto descritiva) tais como "a *crueledade* do império *x* levou a sua derrocada". Terei oportunidade de falar mais a respeito de termos densos e seu impacto em CLV na seção 2.3.3 ao comentar o argumento conceitual contra CLV.

escopo" (Robbins, 1932, p. 91; tradução minha)³⁷. Mais adiante, ele chega a afirmar não haver espaço para discussões sobre moral e que se "discordamos sobre fins, isso é um caso do sangue meu ou teu" (*ibid.*, p. 150; tradução minha)³⁸.

No caso das ciências ambientais, passagens recentes também retomam o salto mencionado por Weber - e antes por Hume - do "é" para o "deve ser": "Devem [os biólogos da conservação] dar o salto de descrever os fatos de um caso para dizer às pessoas o que deve ser feito?" (Marris, 2006; tradução minha)³⁹. De maneira ainda mais clara, o cientista da pesca Robert Lackey (2007, p. 7; tradução minha)⁴⁰ afirma: "O mundo da política lida de forma legítima e apropriada com os 'devem' (*i.e.*, preferências): devemos reverter o declínio da população de pássaros? A ciência se restringe a declarações de 'é' - a população está diminuindo em 5% ao ano". Lackey (2007, pp. 7-9) curiosamente também advoca a eliminação de conceitos como "degradação" e "saúde de um ecossistema" das ciências como a ecologia, pois eles não seriam neutros, tese que pode ser entendida recorrendo ao componente da neutralidade lógica mencionado anteriormente.

Há ainda outros autores célebres que endossaram CLV ou parte dele.⁴¹ Considerando, porém, os nomes mencionados acima ilustrativos de quão difundido é CLV e de sua relação com o não cognitivismo e a FV, cabe agora evidenciar três outros temas fundamentados pelo ideal importantes para esta Tese: o papel de assessores científicos, a análise de riscos, e a responsabilidade dos cientistas.

Com efeito, dado CLV, haveria uma divisão de trabalho entre cientistas em posição de assessoria científica e tomadores de decisão sintetizada na expressão "ciência de mãos limpas, políticas públicas de mãos sujas" (Cranor, 1990). Mais precisamente, cientistas em semelhante situação deveriam seguir Weber no sentido de aceitarem os fins previamente decididos por agentes políticos e apenas se encarregarem de analisar e comunicar os meios para atingi-los. Outra opção para cientistas que endossam CLV seria tentar manter o máximo de afastamento

³⁷ No original: "As we have just seen, economic analysis is *wertfrei* in the Weber sense. The values of which it takes account are valuations of individuals. The question whether in any further sense they are valuable valuations is not one which enters into its scope."

³⁸ No original: "If we disagree about ends it is a case of thy blood or mine".

³⁹ No original: "Should they make the leap from describing the facts of a case, to telling people what ought to be done?"

⁴⁰ No original: "The policy world deals legitimately and appropriately with the "oughts" and "shoulds" (*i.e.*, preferences): should we reverse the decline of the bird population? Science is restrained to statements of "is" — the population is declining at 5% per year".

⁴¹ Em Polany (2000), encontra-se uma das defesas mais claras do ideal da autonomia. Os positivistas lógicos também são comumente citados como autores que endossariam CLV; no entanto, trata-se de uma interpretação de difícil sustentação em razão da reavaliação do movimento a partir da década de 1980 - veja, por exemplo, Reisch (2005).

possível de tomadores de decisão, acreditando que sua pesquisa ficará em um repositório disponível àqueles que, então, se encarregarão de tomarem decisões.

Na tipologia de Pielke (2007, p. 14) sobre papéis idealizados para cientistas na tomada de decisão, a primeira opção é chamada de "cientista puro" e a segunda, de "árbitro científico". Pielke ainda concebe outros dois papéis: o "defensor de uma perspectiva", que explicitamente advoga uma posição política específica, e o "corretor honesto de alternativas políticas", que busca ampliar o escopo de alternativas possíveis para uma política conforme diferentes juízos de valor existentes.

Curiosamente, é na divisão de trabalho sintetizada na expressão "ciência de mãos limpas, políticas públicas de mãos sujas" que reside um importante argumento a favor de CLV e que continua em debate na contemporaneidade: o argumento da legitimidade política (Lusk, 2021), cujas origens remontam ao sociólogo estadunidense W. E. B. Du Bois (Bright, 2018). Grosso modo, o argumento parte da premissa segundo a qual, em uma democracia representativa, decisões políticas não devem ser feitas com base na influência indevida dos valores de apenas algumas pessoas. Mas, se cientistas recusando CLV avaliam pesquisas e decisões usando seus valores, então uma importante propriedade de tais formas de democracia é violada. Portanto, valores não devem ter um papel nesse contexto: cientistas devem se restringir às posições de cientista puro ou árbitro científico.

O argumento acima aparece ainda no outro tema fundamentado por CLV: a relação entre a avaliação e a gestão de riscos, conforme definidos no capítulo anterior. Com efeito, um dos diretores da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, a *Environmental Protection Agency* (EPA), defendeu a separação conceitual entre a avaliação (neutra) da gestão de risco (não neutra) a partir do argumento da legitimidade política: "(...) a avaliação de risco na EPA deve ser baseada apenas em evidências científicas e consenso científico. Nada vai corroer a confiança do público mais rápido do que a suspeita de que as considerações políticas influenciaram a avaliação do risco" (Ruckelshaus *apud* Mayo, 1991, pp. 251-252; tradução minha;⁴² Cf. Sildeberg, 1991, p. 100).

No autor responsável pelas origens da distinção também é possível encontrar a presença da FV. De fato, William Lowrance (1976) separa a fase da (i) mensuração do risco - que é dividida em definir as condições de exposição, identificar os efeitos adversos, relacionar a exposição com os efeitos, e estimar o risco geral - da fase (ii) em que se julga a aceitabilidade

⁴² No original: "(...) risk assessment at EPA must be based only on scientific evidence and scientific consensus. Nothing will erode public confidence faster than the suspicion that policy considerations have been allowed to influence the assessment of risk".

do risco e quais ações devem ser tomadas. Nas palavras de Douglas (2009, p. 140; tradução minha)⁴³:

Como afirma Lowrance, medir o risco “é uma atividade empírica e científica” e julgar a segurança “é uma atividade normativa e política”. (...) A distinção de Lowrance entre um componente científico isolado e um componente político polêmico e carregado de valores tornou-se fundamental para a concepção da análise de risco: a avaliação de risco é a determinação de quais são os riscos, enquanto a gestão de risco envolve decisões sobre quais ações tomar à luz de os riscos.

CLV está, portanto, intimamente conectado à distinção entre avaliação e gestão dos riscos. Esquemáticamente, tal conexão pode ser expressa da seguinte maneira, em que "dados" se refere aos resultados experimentais de determinada avaliação de risco, "*corpus científico*" se refere às asserções que a comunidade científica considerada verdadeira em determinado momento, e "decisão" refere-se a alguma medida em relação aos riscos anteriormente medidos:

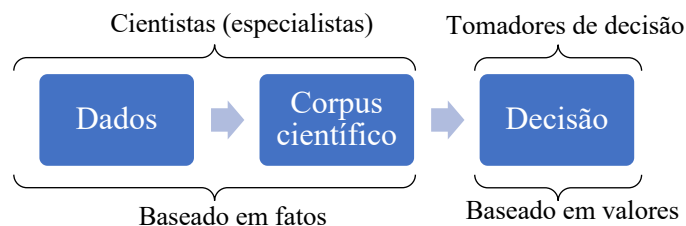


Figura 2 - Avaliação e gestão de riscos com base em CLV⁴⁴

Ademais, conforme mostra Douglas (2009, pp. 142-147), mesmo agências regulatórias reconhecendo a dificuldade de inferências em avaliações de risco, um contexto repleto de incertezas, estarem livres de considerações políticas - e, então, recomendando diretrizes de inferências para afastar considerações valorativas do caso em questão -, elas continuam endossando CLV (ao menos como um ideal regulador). Sinal disso é a citação a seguir da EPA em 2005: “Avaliações de risco podem ser usadas para apoiar decisões, mas, para manter sua integridade como ferramentas de tomada de decisão, elas não são influenciadas pela

⁴³ No original: "As Lowrance states, measuring risk “is an empirical, scientific activity” and judging safety “is a normative, political activity” (...) Lowrance’s distinction between an insulated scientific component and a contentious, value-laden, political component became fundamental to the conception of risk analysis: risk assessment is the determination of what the risks are, whereas risk management involves decisions about what actions to take in light of the risks”.

⁴⁴ Figura adaptada de Hansson & Aven (2014, p. 1177) e Hansson (2020, pp. 248-249).

consideração das consequências sociais ou econômicas da ação regulatória” (EPA *apud* Douglas, 2009, p. 147; tradução minha)⁴⁵.

Finalmente, CLV fundamenta certa concepção da responsabilidade social de cientistas. Com efeito, se suas pesquisas são neutras (cognitivamente a na aplicação) como mencionado no início desta seção, sua responsabilidade consistiria apenas em continuar e estender suas disciplinas (Mitcham, 1989, p. 141).

Nota-se, em suma, o respaldo histórico do CLV (*e.g.*, Bacon, Galileu, Weber), as teses clássicas relacionadas a ele (não cognitivismo e a FV), os temas importantes que ele embasa (o papel de assessores científicos, a avaliação de riscos, e a responsabilidade dos cientistas), e os argumentos que o justifica (objetividade, histórico e legitimidade política). Na próxima seção, irei expor como críticas a respeito das relações entre o PP e a ciência pressupõem o CLV.

2.2 Críticas negativas às relações entre o PP e a ciência pressupõem o CLV

O PP se relaciona com a ciência pelo menos de três maneiras: (i) apoiando-se em evidências científicas incertas para prescrever determinada medida, (ii) impactando modos tradicionais de avaliação de evidência caso se adote a interpretação epistêmica do princípio, e (iii) inspirando uma reorganização da ciência de modo a melhor proteger o meio ambiente e a saúde humana, a ciência precautória. Para os propósitos desta seção, basta somente saber que a consequência de tais relações é a influência de valores na ciência - lembre-se de que dentre as razões para se adotar a preferência por falsos positivos, uma das maneiras de entender a precaução epistêmica, constava "distribuição de riscos mais equânime" (seção 1.2.2).

Não surpreendentemente, críticas negativas de tais relações supõem, implícita ou explicitamente, CLV. Por críticas negativas entendo críticas que levam a recusa de se adotar essas relações e, então, que conduzem à conclusão de que elas não deveriam nem ser consideradas; diferentemente, críticas positivas referem-se às dificuldades ou limites delas admitindo alguma plausibilidade teórica ou prática mínima para tais relações.

Imparcialidade. O componente da imparcialidade aparece em críticas relativas à (i), (ii) e (iii). Críticas a (i), geralmente feitas por setores da indústria, alegam que a maneira científica de se avaliar riscos não recorre a valores - imparcial ou objetiva; em contraste, o PP seria "anti-científico" e, então, carregado de valores - parcial (Magnus, 2008, pp. 264-265; More, 2013,

⁴⁵ No original: "Risk assessments may be used to support decisions, but in order to maintain their integrity as decision-making tools, they are not influenced by consideration of social or economic consequences of regulatory action".

pp. 261-262; Nilsson, 2004, p. 112; seção 1.3). Pode-se também interpretar a crítica recorrente de que o PP demanda ações com base em evidência incerta e, assim, pode dar base a "suspeitas infundadas de efeitos em vez da evidência científica" (Gray & Bewers, 1996, p. 769; tradução minha)⁴⁶ como igualmente recorrendo à imparcialidade, uma vez que assim entendido o PP seria "ideológico", mas não a posição contrária que demanda ações apenas com base em conhecimento científico consolidado (Cf. Sandin *et al.*, 2002, pp. 294-296).

Por sua vez, um dos exemplos de crítica a (ii) e (iii) refere-se à objeção de Gray (1990), citada no capítulo anterior, a respeito da pesquisa de Josefson (1990a) sobre o estreito de Skagerrak. Com efeito, Gray o acusa de rejeitar normas estatísticas tradicionalmente aceitas por usar o PP para concluir a existência de uma tendência positiva para a biomassa na área mesmo havendo alguns resultados não significativos ($p < 0,05$). A conclusão de Josefson é claramente feita levando em questão juízos de valor, conforme ele próprio reconhece na carta de resposta a Gray ainda que acredite que isso não seja uma aplicação do PP (Josefson, 1990b). No entanto, ela instância a definição da precaução epistêmica como preferência por falsos positivos e, dada a presença dessa interpretação do PP na ciência precautória, é um exemplo de (ii) e (iii). Seja como for, Gray contrasta tal suposto uso do PP com a objetividade científica de maneira que permite entendê-la como o componente da imparcialidade:

Na minha opinião, deveria ser papel dos cientistas produzir as evidências científicas objetivas sobre as quais os políticos possam, então, aplicar o princípio da precaução. Eu tento usar apenas a objetividade científica na revisão de artigos para publicação e acredito que estamos mais bem servidos mantendo nossas regras de estatística aceitas, em vez de optar pelo caminho alternativo de cientistas invocando o princípio da precaução ao longo de seu trabalho (Gray, 1990, p. 176; tradução minha)⁴⁷.

Finalmente, Harris e Holm (2002, p. 361) também recorrem à imparcialidade ao contrastarem a maneira "neutra" - imparcial - de se avaliar evidências com o que definem como PP epistêmico (ii). Enquanto a primeira ocorre em função de sua "garantia epistêmica", ou seja, do grau pelo qual tem-se razões para acreditar na evidência - supostamente valores cognitivos -, o PP epistêmico dá mais peso a uma direção da evidência do que outro: "(...) qualquer evidência que sugira umnexo causal entre a atividade e o possível dano deve receber um peso

⁴⁶ No original: "unsubstantiated suspicion of effects rather than scientific evidence".

⁴⁷ No original: "In my opinion it should be the role of scientists to produce the objective scientific evidence on which politicians can then enact the precautionary principle. I try to use only scientific objectivity in reviewing papers for publication and believe that we are better served by keeping to our accepted rules of statistics rather than opting for the alternative road of scientists invoking the precautionary principle in the course of their work".

X ($X > 1$) vezes maior do que em outras circunstâncias [onde X é uma métrica de peso epistêmico ($X = 1$ sendo a ponderação neutra de evidência)]" (2002, p. 361; tradução minha⁴⁸).

Neutralidade. O componente da neutralidade, mais precisamente da neutralidade na aplicação, está subjacente a defesas de que o PP apenas tem lugar na gestão de risco, mas não na avaliação de risco, uma vez que essa última seria de cabimento apenas da ciência (Gray & Bewers, 1996, p. 770). Pode-se entender tal restrição à presença do PP em função de que ele faria com que a avaliação dos riscos favorecesse determinados valores em detrimento de outros, como, segundo alguns autores, a natureza e o *status quo* em vez da humanidade e do progresso tecnológico e científico (Cf. More, 2013, p. 263; Guldberg *apud* Randall, 2011, p. 18), minando assim a neutralidade. Sinal dessa interpretação é também a passagem abaixo de Graham e Hsia (2002, p. 378; tradução minha)⁴⁹ em que, após concordarem com a restrição do PP na gestão de risco, invocam o argumento da legitimidade política em um contexto próximo à neutralidade:

Colocar a precaução nas mãos dos formuladores de políticas estabelece as bases para o controle democrático do grau de precaução exercido na gestão de riscos. Afinal de contas, são os funcionários públicos responsáveis, mas não os cientistas, que devem – pelo menos em sociedades democráticas – fazer os juízos de valor finais sobre qual grau de precaução é apropriado para uma determinada tecnologia ou definições de política.

Autonomia. Um uso da autonomia advém de uma crítica à Comunicação da Comissão das Comunidades Europeias Relativa ao Princípio da Precaução (Comissão das Comunidades Europeias, 2000, pp. 17-18). Em um trecho a respeito do fator desencadeador para aplicações do PP, a Comissão Europeia autoriza que um parecer emitido após uma avaliação de risco possa ser apoiado apenas por uma minoria da comunidade científica, desde que ela seja confiável. Graham e Hsia (2002, p. 382; tradução minha)⁵⁰ defende que tal proposta não é compatível com as "normas da ciência":

⁴⁸ No original: "(...) any evidence suggesting a causal link between the activity and the possible harm shall be given a X ($X > 1$) times greater weight than it would in other circumstances [where X is a metric of epistemic weight ($X = 1$ being neutral balancing of evidence)]".

⁴⁹ No original: "Placing precaution in the hands of policy makers lays the groundwork for democratic control of the degree of precaution exercised in risk management. After all, it is accountable public officials, not scientists, who should – at least in democratic societies – make the final value judgements about what degree of precaution is appropriate for a particular technology or policy setting".

⁵⁰ No original: "The EC should expect resistance from the scientific community when efforts are made to determine how many scientists favour 'precaution' and which of these scientists are considered 'credible' on the precautionary question. These constructs are not compatible with the norms of science: the desire to find consensus interpretations of complex bodies of evidence, the requirement that contributions from diverse disciplines in science be combined before key questions are answered, and the ability of objective scientists to recognize plausible, alternative interpretations of the same body of theory and evidence".

A CE [Comissão Europeia] deve esperar resistência da comunidade científica quando são feitos esforços para determinar quantos cientistas são a favor da “precaução” e quais desses cientistas são considerados “confiáveis” na questão da precaução. Essas construções não são compatíveis com as normas da ciência: o desejo de encontrar interpretações consensuais de corpos complexos de evidências, a exigência de que as contribuições de diversas disciplinas da ciência sejam combinadas antes que as questões-chave sejam respondidas e a capacidade de cientistas objetivos de reconhecer interpretações plausíveis e alternativas do mesmo corpo de teoria e evidência.

Pode-se, então, entender que Graham e Hsia recorrem ao componente da autonomia enquanto ausência de interferências consideradas externas em algumas decisões da comunidade científica para criticar a proposta da Comissão Europeia. Embora direcionada a outros aspectos do PP, a crítica de Gray e Bewers (1996, p. 768; tradução e grifos meus)⁵¹ também pode ser lida na mesma direção: "(...) muitos cientistas consideram formulações mais recentes da precaução como ferramentas políticas que impõem *restrições não científicas adicionais* no processo de tomada de decisão ambiental".

Evidenciado como os componentes do CLV estão subjacentes às críticas negativas sobre as relações entre o PP e a ciência, irei, na próxima seção, expor as principais críticas ao CLV. Tratam-se de críticas derivadas da literatura sobre valores na ciência e independentes do modelo das interações (Capítulo 4). Defenderei que elas, em conjunto, constituem obstáculos graves a qualquer posição que adote CLV. No entanto, se esse é o caso, críticos das relações entre o PP e a ciência não estão em melhor posição que seus defensores. Estabelece-se, assim, uma plausibilidade inicial - e independente do modelo das interações - para tais relações, dentre as quais a ciência precautória, objeto do próximo capítulo.

2.3 Críticas ao CLV

As críticas ao CLV podem ter um escopo geral, debilitando pressupostos do ideal como um todo, ou um escopo mais particular, debilitando especificamente ou a autonomia, ou a neutralidade ou a imparcialidade. Na sequência, comentarei críticas representativas desses dois escopos: o ataque à distinção entre tipos de valores faz parte do primeiro, e os argumentos da ignorância virtuosa, significância, conceitual, subdeterminação e risco indutivo, do segundo.⁵²

⁵¹ No original: "(...) many scientists regard more recent formulations of precaution as policy tools that impose *additional nonscientific constraints* on the environmental decisionmaking process".

⁵² Para Brown (2020) os argumentos conceitual, do risco indutivo e da subdeterminação fazem parte de um mesmo argumento; ChoGlueck (2018), por sua vez, defende que esse é o caso com o argumento do risco indutivo e da subdeterminação. Não entrarei nesse debate dado que ele não é necessário para o propósito desta seção.

Além de garantirem uma plausibilidade inicial para a ciência precautória, tais críticas também serão úteis nos próximos capítulos ao comentar a ciência precautória e o modelo das interações. Ressalto, enfim, que a exposição de tais críticas servirá apenas ao objetivo elencado anteriormente; portanto, não irei discutir nesse momento possíveis réplicas de defensores do CLV a cada uma das críticas e tréplicas de seus proponentes (Cf. Elliott, 2022, pp. 19-34).

2.3.1 Crítica geral: valores cognitivos vs. não cognitivos?

Conforme mencionado na seção anterior, CLV pressupõe uma distinção entre tipos de valores: valores cognitivos vs. valores não cognitivos ou, alternativamente, valores epistêmicos vs. não epistêmicos. Assim, uma importante crítica a ele busca atacar a própria possibilidade de haver essa distinção. Os textos das filósofas feministas da ciência Helen Longino (1996; 2017) e Phyllis Rooney (1992; 2017) são os principais representantes dessa crítica.

Resumidamente, a filosofia feminista da ciência tem um projeto negativo e um projeto positivo. O negativo refere-se a denunciar criticamente como pesquisas científicas contribuíram para manter sistemas de opressão, a partir de presença de valores sexistas e androcêntricos, isto é, centralizados no gênero masculino (Cf. Kourany, 2010, pp. 4-12, para uma revisão recente da presença de tais valores na biologia, psicologia, arqueologia, economia e medicina). Por sua vez, o positivo refere-se a demonstrar como compromissos feministas podem e devem ter um importante papel na produção da ciência (Intemann, 2005). A crítica de Longino e Rooney reflete ambos os projetos.

Longino (1996; 2017) argumenta como alguns valores cognitivos tradicionais não são puramente cognitivos. Ela se baseia na lista de valores cognitivos dada por Thomas Kuhn (1977):⁵³ acurácia (adequabilidade empírica), consistência interna e externa, escopo, simplicidade e fecundidade. A tal lista, Longino contrasta os seguintes valores que encontra em pesquisas científicas feministas: adequabilidade empírica, novidade, heterogeneidade ontológica, mutualidade de interação, aplicabilidade a necessidades humanas e descentralização do poder. Tais valores são feministas, argumenta Longino, porque investigações guiadas por eles ajudariam a desmantelar fenômenos relacionados à gênero, isto

⁵³ Kuhn (1977) foi quem introduziu a noção de valores epistêmicos - embora utilize apenas o termo "valores" - para caracterizar a escolha de teorias científicas de modo mais volátil do que propostas que a aproximavam de um procedimento algorítmico. Com efeito, um dos objetivos no uso de valores epistêmicos é explicar como diferentes cientistas podem variar na escolha de uma teoria científica, mesmo que recorram aos mesmos critérios; tal variação pode se dar tanto porque cientistas diferentes recorrem a valores epistêmicos diferentes quanto porque atribuem um peso distinto aos mesmos valores epistêmicos.

é: "Desmantelar o gênero em um contexto feminista significa dismantelar uma relação de poder assimétrica que tanto oculta quanto reprime a atividade independente daquelas com gênero feminino" (Longino, 1996, p. 50; tradução minha)⁵⁴.

Dada que ambas as listas conduzem a objetivos cognitivos (a primeira alegadamente a boas teorias científicas e a segunda a descobrir fenômenos relativos à gênero), embora a segunda também conduza explicitamente a objetivos políticos, emerge a questão de qual lista deve ser adotada. Ora, argumenta Longino, se houvesse uma divisão clara entre valores cognitivos e não cognitivos, alguma lista das opções acima poderia ser facilmente descartada. Não sendo esse o caso, não há, por *modus tollens*, uma divisão clara entre valores cognitivos e não cognitivos.

A conclusão acima é ilustrada pelo contraste entre, por exemplo, os valores da consistência externa (lista do Kuhn) e da novidade (lista do Longino). A consistência externa prescreve que uma boa teoria não deve contradizer teorias aceitas em outros domínios. Assim entendida, ela, porém, apenas tem seu valor se as demais teorias são verdadeiras. Mais além, se as demais teorias são não apenas falsas, mas também carregam valores androcêntricos (*i.e.*, centralizado no masculino), endossar a consistência externa é perpetuar a invisibilidade de como tais teorias legitimam a opressão de gênero. O critério da novidade, ao recomendar teorias que se afastam de teorias aceitas, consegue evitar esse efeito político perverso. De todo modo, tanto a consistência externa quanto a novidade não seriam, portanto, valores puramente cognitivos.

Rooney (1992; 2017) ataca a distinção entre valores epistêmicos vs. não epistêmicos em três frentes. Em primeiro lugar, ela nota uma ausência de consenso nos autores que lançam mão da distinção em torno de quais valores seriam especificamente epistêmicos, o que colocaria pelo menos em dúvida a existência de uma distinção clara entre tipos de valores - ver Lacey (2008, pp. 84-86) para uma amostra das diferentes listas.

Em segundo lugar, ela mostra como os próprios autores que utilizam a distinção a debilitam. Por exemplo, Ernan McMullin (2012 [1983]), outro pioneiro na utilização da distinção como Kuhn, utiliza uma lista semelhante à do Kuhn, mas reconhece "valores epistêmicos não tradicionais" ao defender que a teologia funcionava como um fator epistêmico para Newton ou que crenças metafísicas tiveram um grande papel no debate entre Einstein e Bohr sobre a mecânica quântica: Bohr dava mais peso a seu sucesso preditivo, mas Einstein via pouco

⁵⁴ No original: "Revealing gender in a feminist context means revealing an asymmetric power relation that both conceals and suppresses the independent activity of those gendered female".

sucesso em sua coerência e consistência com o resto da física. Assim, Ronney defende que valores estão constitutivamente presentes no como e quando valores epistêmicos são utilizados.

Por fim, o terceiro ataque de Rooney à distinção recorre ao feminismo na ciência. Para ela, a existência de tal distinção fica ainda mais em xeque ao observamos as pesquisas da área que, primeiro, denunciaram o papel de valores androcêntricos como epistêmicos em diversas ciências e, segundo, evidenciaram como valores à primeira vista não epistêmicos, como a diversidade de gênero na ciência, tiveram consequências epistêmicas (e.g., novas e melhores teorias).

2.3.2 Crítica à autonomia: ignorância virtuosa

Relembre-se que a autonomia tinha duas dimensões: (i) a ausência de interferências consideradas externas em decisões referentes a prioridades de pesquisa e/ou à escolha de projetos, metodologias e critérios para avaliar teorias; e (ii) o suporte da sociedade ou do Estado para investigar os problemas que ela própria considere importante.

Uma crítica direta à autonomia assim entendida advém dos textos de Janet Kourany (2020) e Philip Kitcher (2001). Em minha interpretação, ambos os autores defendem a tese de que algumas pesquisas com efeitos sociais danosos, como as pesquisas sobre diferenças cognitivas em diferentes gêneros e raças, devam receber alguma forma de restrição - atingindo, então, (i) e/ou (ii). Em outras palavras, a restrição delas levaria a uma forma de ignorância virtuosa, ou seja "(...) a ignorância que resulta quando 'não saber' é deliberadamente aceito na pesquisa como consequência da adoção de certos valores" (Kourany & Carrier, 2020, pp. 9-10; tradução minha)⁵⁵. Kourany e Kitcher percorrem, porém, caminhos distintos na defesa de tal tese.

Kourany (2020, pp. 130-136) cita três precedentes em que houve uma restrição à autonomia para, enfim, motivar alguma restrição para pesquisas sobre diferenças cognitivas dentre grupos distintos. O primeiro e o segundo precedente são menos importantes para seu objetivo, pois o primeiro (*US National Institutes of Health Revitalization Act* de 1993) apenas obrigou a igual inclusão de homens, mulheres e minorias em pesquisas biomédicas financiadas publicamente, e o segundo (*US National Research Act* de 1974) fundou conselhos de revisão que pudessem interferir em pesquisas médicas que não protegesse os direitos das pessoas envolvidas. Ambos os exemplos podem ser entendidos como casos que limitam a maneira de

⁵⁵ No original: "(...) the ignorance that results when 'not knowing' is deliberately accepted in research as a consequence of adopting certain values".

se obter conhecimento, mas não algum tipo de conhecimento específico, o que ocorre no terceiro caso.

O terceiro precedente citado por Kourany refere-se a pesquisas em biotecnologia no início do século XXI cujos resultados poderiam ser utilizados para fins danosos, como pesquisas que recriaram antigas linhagens de vírus e poderiam subsidiar, por exemplo, ações de bioterrorismo. Tais pesquisas são conhecidas sob o conceito *dual-use research* (Selgelid, 2013). Em decorrência delas, várias medidas foram tomadas pela comunidade científica. Dentre as medidas, destaca-se o Relatório Fink que, em particular, elencou sete classes de experimentos que precisariam passar por uma revisão "antes de que eles sejam feitos, ou se feitos, antes que eles sejam publicados com todos os detalhes" (National Research Council, 2004, p. 113; tradução e grifos meus)⁵⁶, uma clara interferência em (i) e (ii).

Kourany (2020, pp. 136-139) argumenta, porém, que os mesmos argumentos utilizados para restringir pesquisas das ciências da vida com potencial danoso também poderiam se aplicar nas pesquisas sobre diferenças cognitivas em diferentes grupos, dados os danos da perpetuação de estereótipos de diferentes grupos que elas promovem. A autonomia, portanto, seria restringida em mais áreas do que normalmente se considera.

Por sua vez, o argumento de Kitcher (2001, pp. 93-108) contra a autonomia sustenta que, dadas algumas condições, realizar determinadas pesquisas é moralmente injustificado. Seja A uma área científica responsável por investigar a proposição P : "Pessoas com a característica C são naturalmente menos adequadas à tarefa R ". Suponha que as pesquisas de A são feitas em uma sociedade desigual, em que pessoas mais desfavorecidas, que predominantemente possuem C , estão em tal condição parcialmente porque se acreditava que elas eram inferiores e apenas destinada a algumas tarefas, crença que ainda permanece na sociedade embora de maneira residual.

Dado esse contexto, a pesquisa de A é (1) politicamente assimétrica, isto é, (1-a) se a evidência for favorável à P , a crença residual será retomada; se a evidência for desfavorável à P , a crença residual continuará de todo jeito. (1-b) Mas, se a crença residual é retomada, então a vida das pessoas com C piora. Por outro lado, se a crença residual continua, a vida das pessoas com C não melhorará, a não ser que haja erradicação dessa crença.

Assuma que tal pesquisa também seja (2) assimétrica epistemicamente: a probabilidade atribuída à P pelas pessoas de tal sociedade serão maiores do que se seria adequado concluir a partir dos métodos mais confiáveis para se avaliar a evidência sobre P . Mais ainda, (3) a

⁵⁶ No original: "before they are undertaken or, if carried out, before they are published in full detail".

evidência que A traz é indecisa no sentido de que apenas permite atribuir um valor em torno de 0,5 à P . Por fim, (4) há um viés tão forte na sociedade em torno de P que seus membros irão ampliar a probabilidade da evidência de 0,5 a próximo de 1. Dadas essas condições (1-4), Kitcher (2001, p. 98; tradução minha)⁵⁷ conclui:

Se todas essas condições forem atendidas, há uma probabilidade significativa de que a hipótese anti-igualitária seja considerada extremamente bem apoiada, com conseqüente prejuízo para os menos favorecidos, mesmo que as evidências deixem a questão em aberto. Não há chance nenhuma de qualquer benefício genuíno para os desprivilegiados. Da perspectiva dos desprivilegiados, a utilidade esperada de perseguir A é, portanto, claramente negativa. Se não devemos nos envolver em empreendimentos que possam diminuir o bem-estar daqueles que já estão em situação pior do que outros membros da sociedade, devemos, portanto, nos abster de nos envolver em A .

Apesar do caráter abstrato do argumento de Kitcher, ele "supeita formamente" que pesquisas de sociobiologia e genética que envolvam mulheres, pessoas pretas e outras minorias e se refiram a posições de destaque nas sociedades ocidentais satisfaçam as condições 1-4 acima. Desse modo, segue-se sua conclusão de se abster em realizar pesquisas do gênero, minando assim o ideal da autonomia.

2.3.3 Críticas à neutralidade: argumento conceitual e significância científica

A ideia básica subjacente à neutralidade é de que teorias científicas não devem privilegiar determinados valores em detrimento de outros. Conforme apontado na seção 2.1, pode-se dividir a neutralidade em neutralidade cognitiva e neutralidade na aplicação. A primeira diz respeito à ausência de valores no conjunto de implicações lógicas de teorias; por sua vez, a segunda refere-se a aplicações teóricas e práticas do conhecimento científico não favorecerem determinados valores em detrimento de outros.

A principal crítica à neutralidade cognitiva advém do chamado "argumento conceitual" (Elliott, 2022, pp. 31-34). Em uma de suas versões, ele parte do reconhecimento de que algumas áreas científicas recorrem a conceitos que possuem carga tanto normativa quanto descritiva, tais como eficiência, estupro, abuso conjugal, desemprego, divórcio, inflação, agressão, TDAH

⁵⁷ No original: "If all these conditions are met, there's a significant probability that the antiegalitarian hypothesis will be taken to be extremely well supported, even though the evidence leaves the issue open, with consequent harm to the underprivileged. There is no chance of any genuine benefit for the underprivileged. From the perspective of the underprivileged, the expected utility of pursuing S is thus clearly negative. If we shouldn't engage in ventures that can be expected to decrease the well-being of those who are already worse off than other members of society, we should therefore refrain from engaging in S ".

e bem-estar.⁵⁸ Hipóteses com tais conceitos são chamadas de "hipóteses mistas" por Anna Alexandrova (2018, p. 4; tradução minha)⁵⁹ que as define da seguinte maneira:

Uma hipótese é mista se e somente se: (1) É uma hipótese empírica sobre uma suposta relação causal ou estatística. (2) Pelo menos uma das variáveis nesta hipótese é definida de forma a pressupor um juízo de valor moral, prudencial, político ou estético sobre a natureza dessa variável.

Um dos exemplos de hipóteses mistas dada por Alexandrova é a seguinte: "longos deslocamentos diários estão associados a menor bem-estar". Nessa hipótese mista, a variável bem-estar é que será definida em função de valores, o que pode ocorrer explícita ou implicitamente. Explícitamente quando alguma cientista adota determinada definição porque acredita que ela reflete melhor a natureza da variável, e implicitamente quando ela segue procedimentos de pesquisa, escolhidos pelo grupo do qual faz parte, que estão subjacentes à determinada definição da variável em questão.

A variável bem-estar pode ser entendida de três maneiras: como um estado com mais emoções positivas do que negativas, como satisfação de vida, ou como florescimento (Alexandrova, 2018, p. 3). Cada concepção de bem-estar será medida de modo distinto - por exemplo, recorrendo-se a autorrelatos na segunda e terceira concepção. Assim, no caso em que uma cientista considere a segunda definição melhor do que as outras, valores ocorrerão de maneira explícita; no caso, por sua vez, que ela faça parte de uma pesquisa que adotou a segunda definição e realize coletas de dados sobre autorrelatos, valores ocorrerão de maneira implícita. Portanto, não há neutralidade cognitiva nas ciências em que conceitos como "bem-estar" aparecem em hipóteses: elas implicam determinados valores.

Apesar do exemplo da variável acima ocorrer em áreas tais como psicologia e economia, conceitos da biologia como "biodiversidade" e "espécie" também tem sido apontados na literatura como conceitos que satisfazem a condição (2) da definição acima de Alexandrova. Com efeito, conforme Elliott (2020), o conceito de biodiversidade tem mais familiaridade com a concepção de que a natureza tem valor intrínseco do que extrínseco (Cf. Callicot *et al.*, 1999). Por sua vez, David Ludwig (2016) argumentou como diferentes definições de espécie dependem de diferentes escolhas ontológicas (*i.e.*, que entidades existem) que, por sua vez,

⁵⁸ A outra versão do argumento conceitual se foca nas consequências não epistêmicas da utilização de determinado conceito em vez de outro (Elliott, 2022, p. 33). Não a abordarei nesta subseção pois a primeira versão já é suficiente para criticar a neutralidade cognitiva.

⁵⁹ No original: "A hypothesis is mixed if and only if: (1) It is an empirical hypothesis about a putative causal or statistical relation. (2) At least one of the variables in this hypothesis is defined in a way that presupposes a moral, prudential, political, or aesthetic value judgement about the nature of this variable."

também dependem de valores. Ludwig estende sua argumentação a conceitos como raça, memória, inteligência, obesidade e depressão. No Brasil, a discussão a respeito do uso de "agrotóxico" ou "defensivo agrícola" também pode ser entendido de maneira próxima. Portanto, uma ampla gama de áreas científicas possuem hipóteses que implicam valores, ao contrário do que prescreve a neutralidade cognitiva

Em relação à neutralidade na aplicação em sua ramificação teórica, ou seja, quando aplica-se a fenômenos gerando entendimento sobre eles, sua principal crítica foi originalmente desenvolvida por Elizabeth Anderson (1995; 2004) e depende da noção de significância científica.⁶⁰ Dada as relações entre a ciência e a tecnologia elencadas na seção 2.1, irei assumir que a crítica dela também pode ser estendida à neutralidade na aplicação em sua ramificação prática.

Em minha reconstrução, o argumento de Anderson possui três premissas. (1) A ciência busca um conjunto organizado de verdades que possua significância, ou seja, que seja relevante para responder à questão que deu origem à pesquisa; alternativamente, um conjunto de verdades triviais não interessa à ciência. (2) Teorias científicas devem, assim, ser avaliadas em função de sua verdade e em função de sua significância; em outras palavras, mesmo uma teoria com afirmações verdadeiras pode não ter significância ao ser parcial, por exemplo. (3) Como valores motivam as questões de pesquisa, eles determinam o que conta como significância. Dado (2) e (3), conclui-se que a avaliação de teorias deva também levar em conta a presença de valores na determinação de sua significância. Mas, se esse é o caso, então teorias científicas não são neutras: elas privilegiam determinados valores em detrimento de outros.

Tomemos um dos exemplos de Anderson (2004) para ilustrar o argumento acima e, em seguida, estendê-lo: o contraste entre pesquisas sobre os efeitos do divórcio guiadas pelo que chama de valores "tradicionalistas" e aquelas guiadas por valores feministas. Enquanto o primeiro grupo de valores conduz a uma questão de pesquisa que enquadra o divórcio como um prejuízo, o segundo grupo conduz a uma questão que entende o divórcio tanto negativamente quanto positivamente. Valores, assim, motivam as questões de pesquisa e determinam, então,

⁶⁰ Posteriormente, Philip Kitcher (2001, pp. 63-83) também desenvolveu um argumento a favor da necessidade de valores na ciência por meio da noção de significância científica. No entanto, como o escopo do seu argumento é muito mais amplo do que a neutralidade, não irei abordá-lo aqui. Apenas indico sua estrutura geral: assim como Anderson, Kitcher defende uma noção de significância dependente de valores. Para ele, áreas científicas estão situadas em uma rede (grafos de significância) que indica as maneiras pelas quais uma determina pesquisa adquire significância. Tal estrutura evolui em função de valores e da curiosidade humana, e contém itens como questões, respostas, hipóteses, aparatos, métodos etc. A significância de determinado item (note como significância aqui tem um escopo maior que a de Anderson) é dada pela significância do item ao qual ele está conectado. Assim, mesmo itens aparentemente sem nenhuma conexão com valores podem tê-la seja por sua ligação com itens que possuam, seja porque, no passado, algum de tais itens eram conectados com valores, seja, finalmente, porque algum deles pode ser prontamente aplicados por outras pessoas (*ibid.*, pp. 86-90).

o que conta como significância: a primeira pesquisa será guiada à descoberta dos aspectos negativos relacionados ao divórcio (comparando, por exemplo, medidas de bem-estar entre famílias divorciadas e não divorciadas), ao passo que a segunda a fenômenos tanto positivo quanto negativos e, para isso, levará em conta outros tipos de evidência (autoavaliação dos entrevistados sobre suas próprias experiências, por exemplo). As teorias resultantes de tais investigações suporá, portanto, valores distintos e deverá ser avaliada levando-os em conta.

Ainda que o exemplo acima seja retirado das ciências sociais, Anderson (1995, p. 43) estende seu argumento a pesquisas até de áreas consideradas "puras", como a matemática e a física. Ora, dado o interesse militar e comercial em pesquisas dessas áreas (para armas nucleares e criptografia, respectivamente), eles determinam a significância de suas questões aparentemente "puras"; e, assim, as teorias de tais áreas também não são neutras. Sua crítica, então, não aponta que meramente alguma teoria em particular não é neutra, mas, se tomarmos os valores dos principais financiadores da ciência em qualquer época, permite concluir o corpo do conhecimento científico como um todo penderá para alguns valores em detrimento de outros.

2.3.4 Críticas à imparcialidade: subdeterminação e risco indutivo

A imparcialidade, que diz respeito à aceitação de uma teoria apenas conforme valores cognitivos, é o componente de CLV mais discutido nas últimas três décadas na literatura de valores na ciência. Destaco, nesta subseção, dois dos argumentos contrários a ela: o argumento da subdeterminação e o argumento do risco indutivo.

O argumento da subdeterminação, no contexto das discussões sobre valores na ciência, foi formulado principalmente por Helen Longino (1990, pp. 38-61; 2002, pp. 124-128)⁶¹. Seu argumento parte da premissa segundo a qual dados por si só não indicam de qual hipótese eles podem ser evidência. Entre os dados e as hipóteses há, então, um *gap*: eles determinam apenas parcialmente (subdeterminam) uma hipótese em vez de outra. De acordo com Longino a determinação de que certo dado é uma evidência para certa hipótese dependerá das crenças de fundo assumidas implícita ou explicitamente em determinado contexto. Ora, nessas crenças de fundo constam valores. Assim, a avaliação e, conseqüentemente, a aceitação de uma hipótese à luz de dados empíricos depende também de valores, contrariando o ideal da imparcialidade.

Um dos exemplos científicos citados por Longino (1990, pp. 106-110) refere-se a como analisar fósseis de pedras lascadas enquanto evidências para teorias sobre o desenvolvimento

⁶¹ O argumento da subdeterminação tem, porém, uma história ainda mais longa e é, em distintas formulações, um dos argumentos contrários ao realismo científico (Duhem, 2019; Stanford, 2021).

de ferramentas na evolução humana. Duas abordagens da época em que Longino escreveu entendiam o desenvolvimento de ferramentas seja a partir de uma abordagem centrada no papel dos homens enquanto caçadores, seja a partir de outra abordagem centrada no papel das mulheres enquanto coletoras.⁶² Sem tais abordagens e suas crenças e valores de fundo (androcentrismo na primeira, por exemplo), uma avaliação de uma pedra lascada para investigar qual hipótese ela favorece não poderia ocorrer:

Por si só, os dados são estúpidos, exigindo tais suposições para funcionar como evidência. As abordagens pertencem a modos de ver e estar no mundo que atribuem diferentes graus de realidade e valor às atividades masculinas e femininas. Se o comportamento feminino da coleta é considerado a adaptação comportamental crucial, as pedras são evidências de que as mulheres começaram a desenvolver ferramentas de pedra além das ferramentas orgânicas já em uso para coletar e preparar vegetação comestível. Se o comportamento de caça masculino é considerado a adaptação crucial, então as pedras são evidências da invenção masculina de ferramentas para uso na caça e preparação de animais (Longino, 1990, p. 111; tradução minha)⁶³.

Logo após o parágrafo acima, Longino afirma que mais evidências não resolveriam as disputas entre as duas hipóteses. Desse modo, para usar uma terminologia posterior, seu argumento da subdeterminação pode ser classificado como um argumento para a *subdeterminação permanente*, isto é, a tese de que algumas teorias são subdeterminadas por qualquer evidência possível. A versão mais fraca que a subdeterminação permanente é a *subdeterminação transitória*, ou seja, a tese de que algumas teorias são subdeterminadas pela evidência atualmente disponível. A versão mais forte que ambas é a *subdeterminação global*: todas as teorias estão subdeterminadas permanentemente (Biddle, 2013). Cada uma dessas versões impacta em distintos graus o ideal da imparcialidade, assim como o próximo argumento.

O argumento do risco indutivo leva à tese de que valores devem estar presentes em vários momentos da atividade científica, dentre os quais o momento de aceitar uma teoria à luz da evidência empírica relevante, atingindo, então, o ideal da imparcialidade. Apesar de alguns

⁶² É importante assinalar que evidências recentes contraditam a tese de que apenas os homens caçavam.

⁶³ No original: "On their own the data are dumb, requiring such assumptions in order to function as evidence. The frameworks belong to ways of seeing and being in the world that assign different degrees of reality and value to male and female activities. If female gathering behavior is taken to be the crucial behavioral adaptation, the stones are evidence that women began to develop stone tools in addition to the organic tools already in use for gathering and preparing edible vegetation. If male hunting behavior is taken to be the crucial adaption, then the stones are evidence of male invention of tools for use in the hunting and preparation of animals".

antecedentes históricos importantes, a formulação mais desenvolvida do argumento deve-se aos textos de Heather Douglas (2000; 2009; 2017)⁶⁴.

O conceito de risco indutivo refere-se à possibilidade de erro ao aceitar ou rejeitar hipóteses científicas. Tais erros podem ser entendidos como falsos positivos e falsos negativos, ou seja, ocorre um falso positivo quando se aceita uma hipótese e ela é falsa e ocorre um falso negativo quando se rejeita uma hipótese e ela é verdadeira. Essa terminologia lembra a definição de precaução epistêmica enquanto preferência por falsos positivos no contexto de testes de hipóteses, explicada na seção 1.2.2. Recordar-se que tal preferência ocorre em função de uma análise das consequências de cada tipo de erro.

Por exemplo, aceitar, por um lado, que determinada substância é tóxica, mas ela de fato não o ser (erro de tipo I - falso positivo), pode levar a situações de excesso de regulamentação, em que seu comércio e sua produção serão significativamente restringidos de modo desnecessário. Por outro lado, rejeitar que uma substância é tóxica, mas ela ser de fato tóxica (erro de tipo II - falso negativo), pode levar a um cenário em que uma substância danosa está circulando no ambiente e causando impactos negativos. Defensores da precaução epistêmica consideram falsos negativos mais graves do que falsos positivos em razão de valores como a proteção a gerações futuras e, então, defendem a preferência por falsos positivos.

O exemplo acima evidencia que há riscos indutivos na ciência com consequências não epistêmicas importantes e previsíveis. Para Douglas, tais riscos indutivos ocorrem não somente no contexto de testes de hipóteses, onde se pode variar o nível de significância estatística para aceitar uma hipótese, mas também na coleta e caracterização dos dados (*e.g.*, determinada lesão ambígua no tecido de um roedor será considerada cancerígena ou não?), e na interpretação dos dados (deve-se admitir um limiar a partir do qual certa substância é tóxica ou outro modelo?) (Douglas, 2000). Nas decisões relativas à aceitação de hipóteses em tais momentos - momentos internos à ciência, em sua terminologia -, valores devem ser considerados por cientistas.

Para entender por que cientistas têm o dever de fazer juízos de valor, é preciso recorrer às considerações de Douglas sobre a responsabilidade moral dos cientistas. Conforme ela (2009, pp. 66-86), cientistas, assim como as demais pessoas, possuem a responsabilidade de considerar as consequências de erros em suas ações. Essa responsabilidade se aplica não somente a ações que tenham consequências intencionais, como também àquelas com

⁶⁴ Uma formulação semelhante ao argumento de Douglas foi dada por Rudner (1953). O termo risco indutivo, porém, apenas surge com Hempel (1965). Estatísticos da década de 1940 como Churchman (1948) chegaram a uma formulação próxima do argumento de Rudner. É possível ainda remontar todo esse debate a William James (2001[1896]).

consequências não intencionais. É importante salientar que, para a autora, fazer uma alegação empírica é também considerado um tipo de ação. Portanto, cientistas são responsáveis pelas consequências intencionais e não intencionais de alegações empíricas.

Ressalta-se a presença do termo "cientistas" e não "conselheiros científicos" ou "cientistas em situações de aconselhamento de políticas públicas", pois, para Douglas (2009, p. 82), a autoridade da ciência na sociedade contemporânea torna tal distinção inviável. Seja como for, as condições em que cientistas devem ser responsabilizados por consequências não intencionais são aquelas às quais se atribui as categorias de imprudência e negligência, conforme seus significados jurídicos.

Uma pessoa qualquer é imprudente se impõe um risco injustificável a si ou a outros, mesmo sabendo que tais riscos são injustificáveis. Por sua vez, uma pessoa é negligente se impõe semelhante risco a si ou a outros, mas, embora devesse estar ciente dele, não estava. Nas palavras de Douglas (2009, p. 69-70; tradução minha)⁶⁵:

A distinção entre imprudência e negligência jaz, portanto, nos processos de pensamento do agente, se eles refletem sobre as consequências potenciais (tanto se eventos ocorrem como planejado ou "erros" inesperados acontecem), e se houve qualquer tentativa de prevenir ou mitigar possíveis danos que poderiam surgir da ação tomada. A imprudência é agir em face de um risco irrazoável; negligência é a falha em prever e mitigar tal risco.

Assim, uma cientista também deve considerar as consequências não intencionais de seus erros sob pena de imprudência ou negligência. Esse dever não é, argumenta Douglas, um ônus excessivo para cientistas por três motivos: cientistas, para ela, conheceriam melhor que ninguém as incertezas de seus trabalhos e, assim, estariam em posição privilegiada para avaliar suas consequências; tal responsabilidade pode ser auxiliada por painéis de ética ou mesmo pela assistência do público em geral; por fim, não se espera que cientistas sejam responsáveis por todas as consequências de suas alegações, senão apenas por aquelas que são razoavelmente previsíveis pela comunidade científica em determinado momento (Douglas, 2009, p. 83). Nesse sentido, reforço, o risco indutivo que está no escopo do argumento de Douglas é aquele com consequências não epistêmicas previsíveis.

Tendo assim qualificado o sentido em que cientistas devem considerar as consequências dos erros de alegações empíricas, Douglas consegue concluir que valores devem estar presentes

⁶⁵ No original: "The distinction between recklessness and negligence thus rests on the thought processes of the agent, on whether they reflect on potential consequences (either if events go as planned or unexpected 'errors' occur), and on whether there was any attempt to prevent or mitigate possible harms that could arise from the chosen action. Recklessness is proceeding in the face of unreasonable risk; negligence is the failure to foresee and mitigate such risk".

em vários momentos da ciência (*i.e.*, escolha da metodologia, caracterização dos dados, e interpretação dos resultados). Como a caracterização dos dados, a interpretação dos resultados e escolhas metodológicas a exemplo de um determinado nível de significância estatística têm relação direta com a aceitação de uma hipótese, seu argumento igualmente atinge o ideal da imparcialidade. Esquemáticamente, seu argumento pode ser apresentado da seguinte maneira com a qual concluo este capítulo:

P.1 Há risco indutivo em diversas decisões de momentos internos à ciência;

P.2 Se há consequências não-epistêmicas previsíveis desses riscos indutivos, valores devem ser considerados por cientistas em tais decisões.

P.3 Há consequências não-epistêmicas previsíveis desses riscos indutivos;

Concl.: Valores devem ser considerados por cientistas em decisões de momentos internos à ciência.

Figura 3 - Reconstrução do Argumento do Risco Indutivo de Douglas

Capítulo 3: Ciência precautória e precaução epistêmica

Where the environment is at risk, there is no clear-cut boundary between science and policy. Mayer & Wynne (1993).

Apresentação

Este capítulo tem como objeto a ciência precautória. Inicialmente, na **seção 3.1**, apresento a maneira como irei investigá-la. Na **seção 3.2**, forneço uma sistematização de sua literatura prévia. Dados alguns obstáculos em tal sistematização, proponho, na **seção 3.3**, uma definição de um dos elementos da ciência precautória, a precaução epistêmica. Por fim, na **seção 3.4**, apresento alguns dos obstáculos levantados pela precaução epistêmica e pela própria ciência precautória.

3.1 Motivações e plano

Como a ciência pode proteger de maneira melhor o meio ambiente e a saúde humana? Desde a década de 1990, vários autores de diferentes formações vêm tentando responder a essa questão promovendo o ideal da ciência precautória. A ciência precautória requer uma mudança em vários momentos das atividades científicas de forma que elas sejam de alguma forma relevantes para o PP e seu objetivo de evitar danos incertos ao meio ambiente ou à saúde humana. Na que parece ser uma das primeiras ocorrências do termo, os cientistas ambientais Mark Simmonds e Paul Johnston (1991; tradução minha)⁶⁶ afirmam que, em vez de ser uma ameaça à ciência como alguns críticos argumentaram (Cf. seção 2.2), uma abordagem precautória ao pensamento científico "(...) na verdade aumenta o rigor do processo científico porque é baseado em uma compreensão das limitações reais da ciência".

Além de ser discutida por diversos autores após Simmonds e Johnston, a ciência precautória aparece explícita ou implicitamente também em documentos de agências importantes. Com efeito, nas conclusões de um relatório da Agência Ambiental Europeia sobre casos em que o PP não fora aplicado constam diversas prescrições sobre como reorganizar a ciência de modo a evitar casos semelhantes (Harremoes *et al.* 2001). Outro relatório da Comissão Mundial sobre a Ética do Conhecimento Científico e da Tecnologia (Comest, 2005) dedica toda uma seção às implicações do PP para a ciência. Por fim, a União Internacional para

⁶⁶ No original "(...) actually increases the rigor of the scientific process because it is based on an understanding of the real limitations of science".

Conservação da Natureza recomenda a utilização de uma "atitude precautória" em relação à incerteza na determinação de critérios para classificação de espécies em perigo (IUCN, 2000, p. 25).

Não obstante essa literatura significativa sobre o assunto desde então, a ciência precautória ainda não foi sistematicamente examinada. Não há uma revisão das contribuições dos autores anteriores nem uma definição adequada da própria ciência precautória. De fato, a ciência precautória costuma ser caracterizada por prescrições diversas (*e.g.*, "pesquise por alertas precoces") e, por vezes, conflitantes, se considerada a literatura como um todo.

Nos poucos casos em que a ciência precautória é definida, há ainda ambiguidades sobre sua conexão com o PP. Para observar isso, compare as três definições importantes a seguir: ciência precautória como um *ideal* "(...) pelo qual a ciência pode se esforçar para melhor abordar questões ambientais e de saúde complexas de *maneira consistente com o Princípio da Precaução*" (Barrett & Raffensperger, 1999, pp. 109-110; tradução e grifos meus)⁶⁷; como uma *abordagem* para examinar como "(...) a pesquisa científica pode ser modificada para *servir a objetivos mais precautórios* e, assim, proteger de modo melhor a saúde humana e o meio ambiente" (Cranor, 2003, p. 203; tradução e grifos meus)⁶⁸; ou como um *paradigma* onde "(...) a pesquisa ambiental *em apoio à tomada de decisão baseada no PP* envolveria as partes interessadas e, portanto, se tornaria Participativa (...), Acessível, Transparente, Inventiva e de Mente aberta" (Grandjean, 2013, p. 637; tradução e grifos meus)⁶⁹.

Além da ambiguidade notada acima na relação da ciência precautória com o PP, cabe notar algumas deficiências nas próprias definições. Com efeito, a primeira definição é demasiado fraca ao utilizar a expressão "maneira consistente" com o PP, uma vez que até um teorema matemático satisfaria tal condição, mas dificilmente seria classificado como uma instância de ciência precautória. Por sua vez, na segunda definição nada é dito sobre qual entendimento do PP é pressuposto. E a terceira definição, finalmente, apenas se foca em aspectos procedimentais relacionados à tomada de decisão relacionada ao PP. Seja como for, é possível depreender que todas as definições buscam evidenciar alguma relevância da ciência precautória para o PP.

⁶⁷ No original: "(...) toward which science might strive in an effort to better address complex environmental and health issues in a *manner consistent with the Precautionary Principle*".

⁶⁸ No original: "(...) scientific research might be modified to *serve more precautionary aims* and thus better protect human health and the environment".

⁶⁹ No original: "(...) environmental research *in support of PP-based decision-making* would involve stake-holders and therefore become Participatory (...), Accessible, Transparent, Inventive and Open-minded".

A ausência de uma definição relativamente mais refinada da ciência precautória e as demais deficiências da literatura apontadas acima são uma lacuna importante não apenas pela orientação prática que a ciência precautória pode fornecer, mas, em especial, por ela se constituir um modo de reorganizar a ciência proposto principalmente pelos próprios cientistas. Trata-se, em outras palavras, de um ideal advindo de suas próprias práticas, ainda que disperso.

De forma a melhor investigar a ciência precautória, parece-me, então, que uma estratégia produtiva seja primeiro recorrer às prescrições dadas pelos autores de sua literatura. Uma vez que os defensores da ciência precautória também contrastam sua posição com uma posição "reducionista" ou "materialista" da ciência, seria útil ter uma tabela que fornecesse esse contraste aplicado aos distintos momentos da ciência. A próxima seção apresenta e detalha tal tabela. A partir desse resultado, será possível apreender algum padrão subjacente às diversas prescrições. Defenderei que tal elemento recorrente é a precaução epistêmica, que definirei a partir do conceito de risco indutivo na seção 3.3.

Com a sistematização da ciência precautória e a definição da precaução epistêmica, logra-se uma organização inicial de tal ideal. No entanto, graves obstáculos são levantados em função do papel de valores na ciência precautória. Assim, na seção 3.4, eu apresento três dos principais obstáculos: a objeção da objetividade, a objeção da cascata precautória e a objeção da legitimidade política. Tais obstáculos demandam necessariamente alguma abordagem da literatura de valores na ciência para serem adequadamente abordados, tarefa a qual me dedicarei no próximo capítulo mediante o modelo das interações.

3.2 Sistematização: as prescrições da ciência precautória e suas razões

Para fornecer uma tabela que sistematize as prescrições da literatura da ciência precautória, analisei, em primeiro lugar, textos que traziam em seu título o termo "*precautionary science*" na base de dados do Google Acadêmico em 26 de outubro de 2022 ($n = 14$)⁷⁰, e, em seguida, referências que abordavam as implicações do princípio para a ciência de um verbete de enciclopédia sobre o PP (Rechnitzer, 2020) e do Capítulo 1. Assim, o total de textos analisados ultrapassou 40, sendo tanto artigos científicos quanto textos sobre o PP publicados por agências regulatórias (e.g., Comest, 2005), e escritos nas línguas inglesa,

⁷⁰ Esta pesquisa resultou nos seguintes textos: Aslaksen *et al.* (2013), Brown (2020), Goldstein (2004, 2006), Grandjean (2013), Høyer (2012), Kaiser (1997a, 1997b), Luján & Todt (2008), Matsuda (2009), Myhr & Traavik (2003), Myhr (2009), Raffensperger & deFlur (1999), e Todt & Luján (2014). Textos que também contém o termo "ciência precautória" no título, mas não estavam presentes nesta pesquisa incluem Cranor (2003), Guillete (2003), e Raffensperger & Barrett (1999).

francesa, espanhola e portuguesa. Em seguida, classifiquei as prescrições comuns encontradas em tais textos nos quatro momentos das atividades científicas que podem ser carregadas de valores conforme Elliott (2022, p. 8): os momentos de direcionar a ciência, de fazer ciência, de usar a ciência e de gerir a ciência.

Grosso modo, o momento de "direcionar a ciência" refere-se às decisões individuais e institucionais sobre o que estudar; aquele de "fazer ciência" diz respeito a decisões relacionadas ao design de estudos, à análise de dados, à interpretação de resultados, à criação de modelos e ao desenvolvimento e uso de categorias; o momento de "usar a ciência" refere-se a como comunicar resultados científicos, formular regulações, desenvolver políticas públicas e tomar decisões; por fim, aquele de "gerir a ciência" remete a "(...) como os cientistas devem tratar uns aos outros e aos que os cercam enquanto realizam suas pesquisas" (Elliott, 2022, p. 13; tradução minha)⁷¹.

É importante destacar que esses momentos não possuem limites rígidos. Usar categorias, por exemplo, pode ser considerado às vezes um caso de usar a ciência em vez de fazê-la (*ibid.*). Além disso, não se deve entender essas etapas como seguindo um caminho linear que ocorre consistentemente em todas as áreas de pesquisa. De fato, tanto essas distinções propostas por Elliott quanto outras semelhantes da área de valores na ciência apenas assumem que elas são úteis ao se investigar o papel de valores na ciência. Mais evidência sobre sua utilidade é o fato de que categorias semelhantes podem ser usadas ao discriminar as contribuições dos autores para um artigo, por exemplo. Dadas essas considerações, apresento na página seguinte a Tabela 5.

Letras e números foram adicionados para menção posterior. Antes de ilustrar esta tabela fornecendo as referências de cada prescrição, é importante esclarecer três questões. Em primeiro lugar, deve-se notar que a ciência precautória é mais aplicável a algumas áreas científicas do que a outras. Mesmo que seus defensores às vezes não levem isso explicitamente em consideração, a ciência precautória refere-se a áreas que estão no escopo de conceitos como *ciência relevante para políticas públicas*. Em segundo lugar, há prescrições na tabela que se referem a cientistas enquanto outras a instituições científicas. Em terceiro e último lugar, noto que a defesa da ciência precautória não implica a falsa crença de que evidências sobre um risco levam naturalmente a uma decisão política (Grandjean, 2013, p. 625); em vez disso, o foco é ser relevante para o PP.

⁷¹ No original: "(...) how scientists should treat one another and those around them as they perform their research".

1. Direcionar a ciência	<p>Dimensão negativa: não investigar ameaças individuais e bem conhecidas;</p> <p>Dimensão positiva: (a) investigar ameaças mal compreendidas ou ainda não estudadas, exposição a diferentes interações de substâncias tóxicas, vulnerabilidade individual em grupos de risco e comunidades desproporcionalmente afetadas, alternativas a objetos sobre os quais há risco, consequências possíveis da implementação a curto e longo prazo de inovações tecnológicas, alertas precoces, ou questões orientadas para a prevenção; (b) decidir o tema de pesquisa em diálogo com o público interessado; (c) aumentar o financiamento público e independente para ciência; (d) promover novos instrumentos de pesquisa.</p>
2. Fazer ciência	<p>Dimensão negativa: (i) não esconder juízos de valor ou incerteza; (ii) evitar erros de tipo III; (iii) não se basear apenas em níveis convencionais de significância estatística; (iv) não fazer pesquisas com condições artificiais, modelos simplificados, amostra limitada, a curto prazo, ou sem diálogo com outras disciplinas e/ou o público interessado.</p> <p>Dimensão positiva: (a) reconhecer ignorância, incerteza, limites do conhecimento e juízos de valor; (b) minimizar erros de tipo II (falsos negativos); (c) considerar cenários menos prováveis; (d) realizar monitoramentos; (e) pesquisar em diálogo com outras disciplinas e conhecimento leigo; (f) ser transparente.</p>
3. Usar a ciência	<p>Dimensão negativa: (i) não esconder juízos de valor e incerteza; (ii) não comunicar apenas alertas tardios; (iii) não formular regulações ou políticas públicas com padrões de evidência severos e sem inversão do ônus da prova.</p> <p>Dimensão positiva: (a) reconhecer incerteza e juízos de valor; (b) comunicar incertezas, alertas precoces, alternativas, e consequências adversas da própria pesquisa; (c) encorajar e reportar opiniões minoritárias em comitês científicos desde que elas sejam respeitáveis; (d) comunicar com a participação das partes interessadas e tomadores de decisão; (e) envolver o público no processo decisório de alguma medida relacionada ao princípio da precaução; (f) formular regulações ou políticas públicas com padrões de evidência brandos e com inversão do ônus da prova.</p>
4. Gerir a ciência	<p>Dimensão negativa: não promover estruturas acadêmicas que não incentivem inovações ambientalmente benéficas, interdisciplinaridade, e treinamento na tomada de decisão.</p> <p>Dimensão positiva: (a) mudar a educação dos cientistas promovendo treinamento em ética da pesquisa, relação entre ciência e política, ou engajamento com comunidades; (b) proteger denunciante.</p>

Tabela 5 - Prescrições da ciência precautória

3.2.1 Direcionar a ciência

Para fins de ilustração e para mostrar como essas prescrições podem ser relevantes para o PP, deixe-me comentá-las exemplificando, quando possível e modo breve, com exemplos de pesquisas que atendam a tais prescrições. Considere a dimensão 1-negativa ("não investigar ameaças individuais e bem conhecidas"). Segundo os defensores da ciência precautória, não se deve investigar substâncias isoladas não apenas porque elas raramente são encontradas isoladas de outras substâncias no meio ambiente, mas, principalmente, porque os níveis em que são

individualmente seguras podem ser nocivos quando as substâncias estão misturadas (Biello, 2006). Uma vez que o foco em substâncias individuais impede a descoberta desse tipo de dano, não haveria evidências que desencadeariam uma aplicação do PP. Assim entendido, um caso recente de ciência precautória seria a pesquisa sobre herbicidas à base de glifosato que estuda as formulações de glifosato (incluindo a mistura completa dos componentes) e não apenas o glifosato puro (Cf. Krimsky, 2022).

Além disso, de acordo com estudo bibliométrico de Grandjean *et al.* (2011), há uma tendência nos periódicos de *Environmental Science, Toxicology e Public, Environmental and Occupational Health* em focar um grupo de substâncias já bem conhecidas. Mais precisamente, um de seus resultados é que, enquanto cada uma das seis substâncias mais pesquisadas durante o século XX foi objeto de pelo menos dez artigos por mês de 2000 a 2009, uma lista prioritária da EPA publicada em 2006 com treze substâncias amplamente produzidas, mas cuja documentação é escassa, recebeu apenas três artigos por mês em média, e quatro dessas substâncias não foram abordadas por nenhum artigo. Concentrar-se em substâncias bem conhecidas pode levar a ignorar novos perigos. Sem algum tipo de evidência sobre um perigo, não há como aplicar o PP, daí a motivação para 1-a ("investigar ameaças mal compreendidas ou ainda não estudadas...") e sua ligação com o PP (Cf. Grandjean, 2004, p. 215; Grandjean, 2013, p. 627). Também relacionada a 1-a é a prescrição 1-d, promover novos instrumentos de pesquisa, ou seja, instrumentos que possuam maior sensibilidade para detectar substâncias novas ou que possam investigar de maneira melhor misturas de várias substâncias (Lowell, 2001).

Um terceiro elemento em 1-a é ter como objeto de pesquisa subgrupos mais vulneráveis dentro de grupos em risco, tais como crianças, idosos ou pessoas com determinadas enfermidades (Grandjean, 2004, p. 216), e comunidades desproporcionalmente afetadas (Lowell, 2001). Crianças, em particular, estão mais expostas a substâncias tóxicas ambientais do que adultos, as excretam de maneira diferente de adultos, e podem ter seu processo de desenvolvimento interrompido com facilidade (Landrigan, 1999). Investigações que levam em conta apenas adultos podem, portanto, subestimar o risco de determinada substância a tal população. De modo semelhante, investigações que desconsideram a distribuição desigual de riscos ambientais em determinadas comunidades pode não gerar evidência adequada para medidas relacionadas ao PP (Cf. seção 4.2.2).

É recorrente na literatura do PP a afirmação de que a existência de alternativas a algum objeto sobre o qual há risco facilita decisões precautórias. Dentre outros aspectos, haver alternativas diminui a capacidade de agentes econômicos colocarem determinado produto

potencialmente danoso como o único capaz de atingir determinado fim e, então, como impossível de substituição. Ademais, conforme Tickner & Geiser (2004), a pesquisa de alternativas existentes que cumpram o mesmo fim que determinado objeto danoso ou a busca por novas alternativas direciona o foco da discussão para soluções em vez de problemas, estimula a inovação e a prevenção, reduz riscos a longo prazo, e promove maior participação do público. Assim, pesquisar alternativas a objetos sobre os quais há riscos, o quarto elemento de 1-a, igualmente seria uma decisão precautória (Nodari, 2011, p. 46; Gee & Stirling 2003, p. 204; Lowell, 2001; Tickner & Geiser, 2004).

Como o PP se aplica a objetos dos quais há incerteza sobre eventuais danos, pesquisar as consequências possíveis da implementação a curto e longo prazo de determinadas inovações tecnológicas (quinto elemento de 1-a) também se constitui como uma decisão precautória (Lacey, 2007, p. 58; Lacey, 2014, p. 690-691). Ao fazê-lo, é possível identificar alertas precoces, ou seja, indícios de dano ainda em fases muito iniciais (sexto elemento de 1-a). Uma das maneiras de concretizar essa prescrição é se focar em propriedades preocupantes e comuns a diversas substâncias, como sua biopersistência (Cranor, 2003, p. 311; Gee & Stirling, 2003, p. 201-202; Tickner, 2005, p. 222; Tickner & Kriebel, 2006, p. 43). Que tal foco de pesquisa é ainda pequeno pode ser ilustrado pela baixo financiamento direcionado aos riscos da nanotecnologia em vez de outros aspectos dela: apenas um em cada trezentos dólares de acordo com uma pesquisa de 2006 (Mocellin & Zaterka, 2022).

Ainda em relação às prescrições positivas do momento "direcionar a ciência", alguns autores sugerem que a decisão do objeto de pesquisa deva ser feita em diálogo com o público interessado, prescrição 1-b (Grandjean, 2013, p. 639; Guillet, 2003, p. 323; Myhr & Traavik, 2003, p. 242). Na pesquisa de Guillet (2003) sobre o efeito de pesticidas em crianças localizadas próximas ao Rio Yaqui no México, por exemplo, foram as próprias mães que chamaram a atenção da pesquisadora para algo diferente no comportamento das crianças, diferença que até então não tinha sido identificada. A partir disso e em diálogo com elas, a pesquisadora notou problemas de memória nas crianças e, então, sua pesquisa teve como objeto o impacto dos pesticidas nas habilidades de desenvolvimento mentais e físicas das crianças.

Finalmente, a última prescrição do momento "direcionar a ciência" refere-se à defesa de um aumento de financiamento público e independente para a ciência, 1-c (Elliott, 2014, p. 159; Myhr & Traavik, 2003, p. 242; Simmonds & Johnston, 1991). Tal defesa deve-se tanto a casos em que o financiamento privado de pesquisas levou, explícita ou implicitamente, ao acobertamento de riscos (Cf. Capítulo 5) quanto a ênfase de pesquisas assim financiadas nos benefícios de seus produtos (*production science*) em vez de potenciais malefícios (*impact*

science) (Gould, 2015). Na terminologia de Cranor (1999, p. 78), a informação acerca de substâncias tóxicas é assimétrica no sentido de que há mais evidências sobre os benefícios de produtos do que seus efeitos à saúde. O aumento de financiamento público e independente corrigiria, portanto, tal assimetria.

3.2.2 Fazer ciência

A primeira prescrição negativa do momento "fazer ciência" refere-se a não esconder juízos de valor ou incerteza, 2-(i). Trata-se de uma das prescrições mais comuns na literatura da ciência precautória (Barrett & Raffensperger, 1999, p. 109; Comest, 2005, p. 35; Kaiser, 1997, p. 201; Kriebel *et al.*, 2001, p. 874; Lemons *et al.*, 1997, p. 234; Lowell, 2001; Mayer & Wynne, 1993; Whistleside, 2006, p. 116). Não acobertar juízos de valor se refere a evitar que decisões motivadas por valores na pesquisa científica sejam apresentadas como neutras ou as únicas possíveis (Cf. seção 2.3 para tais decisões), o que dificulta sua discussão. Reconhecer o papel de valores em tais decisões (2-a) e ser transparente quanto a eles, 2-f, permite, dentre outras coisas, uma reanálise dos dados em questão e facilita a interação crítica entre pesquisadores e o público (Elliott, 2020). Assim, abre-se mais espaço para discutir se o PP se aplica a algum caso ou não.

O reconhecimento do papel de valores também se dirige às próprias categorias utilizadas na ciência. Uma das categorias mais recorrentemente citadas é a própria categoria de "risco". Apesar de haver definições de risco que levam em conta apenas fatores valorativos, um entendimento mínimo de risco em harmonia com os propositores da ciência precautória pode ser encontrado na definição de dual de Hansson (2010), isto é, dado que riscos se referem a eventos indesejados e dos quais não há conhecimento consolidado, há nele tanto fatores valorativos quanto fatuais.

Na mesma perspectiva, pesquisas que assumem uma definição excessivamente estreita de incerteza (*e.g.*, apenas baseada em estimativas de probabilidade) podem impedir o reconhecimento de riscos plausíveis ou não passíveis de quantificação, cenário que, conforme os defensores da ciência precautória, é comum em áreas que lidam com sistemas complexos, não lineares e envolvendo causalidade múltipla como as ciências ambientais. Não surpreendentemente, eles recomendam, em oposição a 2-i, o reconhecimento de incertezas, limites do conhecimento, estados de ignorância e juízos de valor, 2-a.

Evitar erros de tipo III, prescrição 2-ii, refere-se a não fornecer uma resposta precisa ao problema errado (Kriebel *et al.*, 2001, p. 874; Tickner & Kriebel, 2006, p. 50). Conforme os

autores, erros do gênero ocorrem, por exemplo, quando um grupo de cidadãos pede a ajuda de cientistas para identificar problemas de saúde relacionados à instalação de uma usina nas proximidades, mas, para fins de tratabilidade, tal preocupação inicial é de tal modo traduzida e investigada pelos cientistas que o resultado final pouco tem a ver com a preocupação inicial dos cidadãos.

Para comentar as prescrições 2-iii e -iv é necessário retomar a linguagem dos falsos negativos e falsos positivos, apresentada com maior detalhe na seção 1.2.2. Recorda-se que eles se referem a erros possíveis no contexto de um teste de hipótese. Um falso positivo é o erro de se aceitar uma hipótese falsa, e um falso negativo é o erro de se rejeitar uma hipótese verdadeira. Notei anteriormente que a prática científica padrão considera falsos positivos mais graves do que falsos negativos, o que é ilustrado pelo valor baixo dado à probabilidade de um falso positivo (0,05, 0,01 ou 0,001 dependendo da área), o nível de significância estatística de um teste (α). Notei também que as consequências de falsos negativos e falsos positivos são distintas. Por exemplo, considerando a hipótese "x é tóxico" para uma substância x qualquer, um falso positivo poderia levar a um estado de regulamentação excessiva, ao passo que um falso negativo poderia levar a um estado de subregulamentação.

Com base nesse entendimento, defensores da ciência precautória defendem que cientistas não se baseiem apenas em níveis convencionais de significância estatística durante o teste de hipóteses, prescrição 2-iii (Grandjean, 2004; Lemons *et al.*, 1997; Kriebel *et al.* 2001, p. 873). Pelo menos três razões são apresentadas para essa prescrição: níveis convencionais de significância estatística levam a um maior número de falsos negativos do que falsos positivos, o que, em áreas cobertas pela ciência precautória, implica uma menor proteção ao meio ambiente ou à saúde humana. Não à toa, autores como Hansson (1999, p. 919; tradução minha)⁷² afirmam que "(...) os testes estatísticos convencionais são baseados em critérios que contrariam o Princípio da Precaução". A segunda razão para não se basear apenas em níveis convencionais de significância estatística remete à prática comum dos cientistas em considerarem resultados que não atinjam determinado nível como resultados negativos, desconsiderando a possibilidade de que o resultado seja inconclusivo. Fidler *et al.* (2006), por exemplo, mostram que 63% dos artigos em biologia da conservação que analisaram cometiam tal equívoco. Por fim, pesquisas de áreas como ciências ambientais por vezes investigam amostras demasiado pequenas para que seja possível obter algum resultado significativo nos níveis convencionais. Assim, manter-se neles poderia levar a conclusões errôneas relativas à

⁷² No original: "(...) conventional statistical tests are based on criteria that run counter to the Precautionary Principle".

ausência de algum risco. Taylor *et al.* (2007), em particular, mostraram que um declínio vertiginoso de mais da metade da população de certos animais marinhos não seria detectado assumindo o valor 0,05 para α .

As preocupações acima relativas aos níveis convencionais de significância estatística podem ser entendidas a partir do juízo de valor de que, em áreas cobertas pela ciência precautória, falsos negativos são mais problemáticos do que falsos positivos. Deve-se, então, preferir cometer mais falsos positivos a falsos negativos. Estendendo a escolha entre qual tipo de erro priorizar a outros momentos da atividade científica a partir da noção da noção de risco indutivo explicada anteriormente (seção 2.3.4), pode-se entender grande parte da prescrição 2-iv ("não fazer pesquisas com condições artificiais, modelos simplificados, amostra limitada, a curto prazo, ou sem diálogo com outras disciplinas e/ou público interessado") igualmente no sentido de preferir cometer falsos positivos a negativos (Guillete, 2003, p. 329; Lowell, 2001; Harremoës *et al.* 2001).

Com efeito, se, por um lado, experimentos com condições artificiais como experimentos controlados facilitam conclusões sobre eventuais relações causais, por outro lado, argumentam os defensores da ciência precautória, a presença delas pode negligenciar o impacto de outros fatores cruciais para o entendimento do fenômeno em questão. A análise de Suryanarayanan e Kleiman (2017, p. 13; tradução minha)⁷³ sobre a diferença entre os argumentos de entomologistas e apicultores sobre o efeito de inseticidas em abelhas nos Estados Unidos ilustra bem tal prescrição:

Refletindo as normas de sua profissão e estrutura de carreira, esses cientistas [entomologistas] estão focados em isolar fatores individuais e preferem falsos negativos a falsos positivos. Por outro lado, as preocupações com os meios de subsistência dos apicultores os levam a preferir resultados falsos positivos que podem, por exemplo, levar o governo a remover inapropriadamente certos inseticidas do mercado. A opinião de muitos apicultores sobre os efeitos subletais desses inseticidas e sua interação com outras condições ambientais é moldada por observações de campo cuidadosas. Seus estudos podem ser sistemáticos, mas carecem dos controles precisos que os entomologistas exigem e, embora nem todos os cientistas rejeitem a posição desses apicultores de imediato, eles têm pouco incentivo para desenvolver projetos

⁷³ No original: "Reflecting the norms of their profession and career structure, these scientists are focused on isolating individual factors and prefer false negative to false positive results. By contrast, the livelihood concerns of beekeepers prompt them to prefer false positive results that could, for example, lead the government to inappropriately remove certain insecticides from the market. Many beekeepers' views about the sublethal effects of these insecticides and their interaction with other environmental conditions are shaped by careful field observations. Their study may be systematic, but it lacks the precise controls entomologists demand, and while not all scientists reject the position of these beekeepers out of hand, they have little incentive to develop experimental designs that capture the complexity in ways that the beekeepers perceive".

experimentais que capturem a complexidade de maneiras que os apicultores percebem.

O mesmo se aplica a modelos excessivamente simplificados. Quanto a amostras limitadas e pesquisas de curto prazo, elas igualmente favorecem falsos negativos. A primeira em razão da baixa potência estatística que uma amostra pequena possui para detectar algum efeito. Preocupantemente, Shrader-Frechette (2014, p. 97) cita um relatório da EPA segundo o qual todas as pesquisas financiadas pelas indústrias de pesticidas sobre riscos químicos tinham um viés a favor de falsos negativos, dado que a maioria das amostras tinha menos de 50 elementos. Por sua vez, pesquisas a curto prazo também tendem a falsos negativos uma vez que determinadas doenças apenas podem surgir décadas depois da exposição a alguma substância danosa, como no caso da exposição ao amianto: o período de latência para as doenças relacionadas a ele é de 10 a 40 anos (Gee & Greenberg, 2001, p. 60).

Pesquisas sem diálogo com outras disciplinas ou com o público interessado também recebem um destaque negativo na literatura sobre a ciência precautória (Gee & Stirling, 2003, p. 205; Matsuda, 2009). A falta de um diálogo com o público interessado, isto é, aquele potencialmente exposto por algum risco, pode impedir a percepção de informações importantes tanto para a descoberta do risco quanto para decisões a ele relacionadas (Harremoes *et al.*, 2001, p. 177). Tal diálogo pode se dar em vários graus: da consulta ao público interessado a formas de engajamento do público na própria pesquisa científica (Levins, 2003, p. 363).

A ausência de interdisciplinaridade, por sua vez, é motivada pelo contraste com as pesquisas que a possuem. Tickner (2005), um dos principais propositores de 2-e ("pesquisar em diálogo com outras disciplinas e conhecimento leigo"), cita com frequência uma conferência em que cientistas de diversas áreas se juntaram para investigar a desregulação endócrina em animais e, após concluírem quão disseminada ela era, afirmaram: "Tão chocante foi essa revelação que nenhum cientista poderia ter expressado a ideia usando apenas os dados de sua disciplina sem perder o respeito de seus pares" (Colborn & Clement *apud* Tickner, 2005, p. 229; tradução minha)⁷⁴.

A segunda prescrição positiva do momento "fazer ciência" que comentarei refere-se a minimizar erros de tipo II (falsos negativos), prescrição 2-b. Dado que as razões para ela são evidentes a partir das críticas anteriormente expostas aos níveis convencionais de significância estatística, apenas destaco os modos de concretizá-la: fornecer medidas de erros de tipo II, como

⁷⁴ No original: "So shocking was this revelation that no scientist could have expressed the idea using only the data from his or her discipline alone without losing the respect of his or her peers".

se pode depreender a partir da potência estatística de um teste (Lemons *et al.* 1997, p. 232; Buhl-Mortesen & Welin, 1998, p. 410), aumentar o nível de significância estatística (Cranor, 1990, p. 136), recorrer a métodos bayesianos (Kriebel *et al.* 2001, p. 874), fazer análise de preponderância da evidência (Lujan & Todt, 2008), e apresentar limites de confiança (Grandjean, 2013, p. 633). Destaco igualmente que, na análise de Fidler *et al.* (2006) sobre artigos em biologia da conservação, apenas 8% dos artigos reportavam a potência estatística de suas pesquisas, de onde a relevância dessa prescrição.

Assim como outras prescrições, a prescrição comentada acima também pode ser entendida como a preferência por falsos positivos a falsos negativos na ciência precautória. Considerar cenários menos prováveis, prescrição 2-c, igualmente instancia essa preferência (Brown, 2020, pp. 8-9; Grandjean, 2008, p. 5; Hansson, 1999, p. 916). Com efeito, considerar cenários menos prováveis recorrendo a juízos de plausibilidade, por exemplo, permite dar conta de um maior conjunto de riscos do que utilizando padrões de evidência mais estritos. Assim, recomenda Brown (2020), periódicos científicos deveriam aceitar pesquisas que discutam cenários plausíveis. Caso contrário, órgãos institucionais que analisam e resumem pesquisas para formuladores de políticas públicas, como o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) discutido por ele, apenas comunicariam um conjunto restrito de riscos.

Realizar monitoramentos, prescrição 2-d, é outra das prescrições mais recorrentes na literatura da ciência precautória (Comest, 2005, p. 36; Cranor, 2003, p. 307; Goldstein & Carruth, 2005, p. 215; Lacey, 2014, p. 689; Myhr, 2009, p. 283). A razão para ela é dupla: monitoramentos tanto permitem identificar alguma mudança preocupante em algum parâmetro quanto auxiliam a acompanhar se determinada decisão recomendada por PP continua ou não adequada conforme o avanço do conhecimento científico. Assim, monitoramentos facilitam uma gestão adaptativa de riscos, ou seja, aquela que resulta em decisões flexíveis para decisões posteriores que, por sua vez, devem estar baseadas nas consequências das primeiras decisões (Murray & Marmorek, 2004; Steel, 2015, p. 63).

3.2.3 Usar a ciência

As prescrições do momento "usar a ciência" podem ser divididas em três categorias: a primeira se refere a juízos de valor e incerteza na formulação de políticas públicas, nas regulações e na comunicação científica; a segunda se refere a como a comunicação científica deve ser feita; por fim, a terceira remete a quais características são desejáveis em regulações e políticas públicas.

Na primeira categoria constam a prescrição 3-i ("não esconder juízos de valor e incerteza") e sua contraparte, a prescrição 3-a, que recomenda reconhecê-los (Barrett & Raffensperger, 1999, p. 109; Comest, 2005, p. 35; Kaiser, 1997, p. 201; Gee & Stirling, 2003, pp. 200-201). Assim como em outros momentos da ciência, tais prescrições no contexto do momento "usar a ciência" se justificam em razão de que o não reconhecimento de juízos de valor ou incerteza pode obscurecer a amplitude de determinado risco, além de, baseando-se na ideia de uma ciência neutra, impedir a discussão sobre alguma decisão específica envolvendo o PP. Na análise de Patrick van Zwanenberg & Erik Millstone (2001, p. 165) sobre a doença da vaca louca no Reino Unido e a resposta política relacionada a ela, um dos fatores que teria reforçado uma narrativa otimista e não precautória sobre os efeitos da doença pelo Ministério da Agricultura, Pesca e Alimentos teria sido justamente a apresentação do aconselhamento dos cientistas como puramente científico.

Prescrições relacionadas à comunicação científica podem ser entendidas a partir do objetivo de explicitar rápida e responsavelmente informações que possam disparar a aplicação do PP. Daí a motivação para a prescrição 3-ii, "não comunicar apenas alertas tardios", e sua contraparte, prescrição 3-b, "comunicar incertezas, alertas precoces, alternativas, e consequências adversas da própria pesquisa" (Buhl-Mortensen & Welin, 1998, p. 410; Hallers-Tjabbes, 2003, p. 349; Høyer, 2012, p. 178; Myhr & Traavik, 2003, p. 240). No entanto, para ser responsável, tal comunicação deve ser feita sob a condição de que se explicita quão fortes são as evidências para a alegação comunicada. Outra condição frequente para fundamentá-la é, quando possível, a participação das partes interessadas e tomadores de decisão, 3-d (Gee, 2013, p. 660; Grandjean, 2004, p. 216). A decisão de comunicar ou não um alerta precoce, cabe enfim salientar, pode ser entendida recorrendo-se novamente aos conceitos de falsos positivos e negativos. Como na ciência precautória busca-se minimizar falsos negativos, é preferível errar comunicando um falso positivo a um falso negativo.

Minimizar falsos negativos também pode explicar a prescrição 3-c, "encorajar e reportar opiniões minoritárias em comitês científicos desde que elas sejam respeitáveis" (Comunicação da Comissão das Comunidades Europeias Relativa ao Princípio da Precaução, 2000, pp. 17-18; Hansson, 1999, p. 914; Godard, 2003). Embora a presença de consenso em comitês científicos facilite a justificação de determinada medida, a comunicação apenas de teses consensuais pode deixar de lado afirmações divergentes que, no entanto, tem alguma fundamentação razoável. Assim, defensores da ciência precautória defendem que tais afirmações constem nos relatórios de comitês científicos e não apenas aquelas sobre as quais há consenso. Um problema em tal

prescrição é, porém, como diferenciar dissensos científicos legítimos de ilegítimos (Cf. Miller, 2021).

Por fim, as prescrições da terceira categoria se referem a quais características são desejáveis em regulações e políticas públicas. A primeira prescrição positiva de tal categoria recomenda a participação do público no processo decisório de alguma medida relacionada ao PP, prescrição 1-e (Comest, 2005, p. 40; Lowell, 2001; Mayer & Wynne, 1993; Ravetz, 2004, p. 356; Rodriguez & Ribeiro, 2019, p. 169). Embora possa se alegar que o público em geral não tem o conhecimento necessário para discutir e avaliar o conhecimento relacionado a determinado risco e a qual medida deva ser tomada, há várias maneiras de mitigar esse suposto problema, dentre as quais as conferências de consenso.

Conferências de consenso ocorrem em função da existência de temas tais como riscos de inovações tecnológicas e possuem quatro etapas: (1) um conjunto aleatório de cidadãos é selecionado; (2) ele recebe um material educativo sobre o tema em questão; (3) tal conjunto e cientistas se reúnem durante alguns dias em uma conferência para discutirem sobre esse tema e se informarem mutuamente; (4) enfim, um relatório é redigido pelos participantes e entregue às autoridades políticas que devem considerá-lo na tomada de alguma decisão (Whiteside, 2006, pp. 138-143). Tendo ocorrido em países dos mais diversos, uma das conclusões tomadas em relação às conferências de consenso é que elas promovem decisões mais precautórias do que decisões baseadas em procedimentos convencionais, além de que, quando bem organizadas, não implicam em decisões absurdas ou utópicas como alguns críticos alegam (*ibid.*, p. 141). É necessário reconhecer, não obstante, que conferências de consenso também possuem limites, não são vinculativas, e podem ser capturadas por algum grupo interessado em seu assunto (Cf. Elliott, 2011, p. 116).

Intimamente conectadas ao PP são as últimas prescrições do momento "usar a ciência", a saber, "não formular regulações ou políticas públicas com padrões de evidência severos e sem inversão do ônus da prova", prescrição 3-iii, e a prescrição contrária, "formular regulações ou políticas públicas com padrões de evidência brandos e com inversão do ônus da prova", 3-f (Barrertt & Raffensperger, 1999, p. 109; Cranor, 1999; Gee, 2013, p. 656). Padrões de evidência severos dificultam aplicações do PP, uma vez que uma das suas motivações principais é justamente permitir decisões com base em graus brandos de evidência no contexto de riscos ao meio ambiente ou à saúde humana. O ônus da prova, ou seja, quem deve persuadir outros de que o estado atual do conhecimento deva ser mudado (Cranor, 1999, p. 79), deve ser invertido de quem alega determinado risco em alguma atividade para os propositores de que tal atividade é segura. Uma das justificativas para a inversão do ônus da prova é a diferença de recursos entre

quem propõe determinada atividade (*e.g.*, corporações tecnocientíficas) e aqueles afetados por ela (*e.g.*, população em geral). Um exemplo, por fim, de regulação que contenha a inversão do ônus da prova é o marco regulatório "Registro, Avaliação, Autorização e Restrição de Produtos Químicos" (REACH) da União Europeia (Hansen, Carlsen, Tickner, 2007).

3.2.4 Gerir a ciência

As prescrições do momento "gerir a ciência" são as menos desenvolvidas na literatura da ciência precautória. De modo geral, elas visam criar condições institucionais para viabilizar as prescrições dos momentos anteriores, como a prescrição 4-negativa ("não promover estruturas acadêmicas que não incentivem inovações ambientalmente benéficas, interdisciplinaridade, e treinamento na tomada de decisão") e sua contraparte, "mudar a educação dos cientistas promovendo treinamento em ética da pesquisa, relação entre ciência e política, ou engajamento com comunidades", 4-a (Cranor, 2003, p. 310; Elliott, 2014, p. 157; Ravetz, 2004, p. 355). Tais prescrições facilitariam, por exemplo, a interdisciplinaridade, avaliações precoces de objetos sobre os quais há risco, e o diálogo com o público interessado no momento de gerir, fazer e usar a ciência.

Por fim, a prescrição relativa a proteger denunciante, 4-b, visa trazer segurança não apenas a cientistas ao divulgarem algum alerta de risco enquanto trabalham em instituições que possam ser prejudicadas por isso - como no caso recente de um grupo de cientistas que denunciou pressões favoráveis à indústria na *Environmental Protection Agency* dos Estados Unidos (Lerner (2021)) - , mas também àquelas cujas pesquisas têm o potencial de prejudicar interesses comerciais de grandes corporações - como no caso de seis pesquisadores brasileiros perseguidos por pesquisas sobre agrotóxicos (Alves (2021)). Portanto, tal prescrição visa facilitar a comunicação de alertas precoces e de riscos (Comest, 2005, p. 37; Cranor, 2013, pp. 582-585).

3.3 Definindo a precaução epistêmica

Apesar das justificativas apresentadas acima para as prescrições da ciência precautória, há pelo menos duas dificuldades importantes em caracterizar tal ideal em função de um conjunto de prescrições. A primeira dificuldade se refere à pouca utilidade que um tal conjunto diverso e extenso teria para a própria prática dos cientistas. A segunda dificuldade remete à

percepção de que tais prescrições são contextualmente dependentes e, então, não devem ser encaradas como regras fixas.

Com efeito, tanto prescrições negativas quanto positivas da Tabela 5 podem, em determinados contextos, atrapalhar a relevância da ciência precautória para o PP. Considere a prescrição negativa 2-iv sobre evitar pesquisas de curto prazo. Conforme Carl Cranor (1995), o custo social de avaliações de risco aceleradas sobre carcinógenos é menor do que as avaliações de risco convencionais em diferentes cenários, mesmo que levem a mais falsos positivos e falsos negativos do que a avaliação mais lenta e precisa. Portanto, neste caso, a análise de curto prazo pode ter mais relevância para o PP. O engajamento do público, por sua vez, prescrição positiva presente em vários momentos da Tabela 5, às vezes pode ser capturado de uma forma que vai contra o espírito do PP, como em alguns casos em que indústrias farmacêuticas se aliam a organizações de defesa de pacientes para dificultar a percepção de riscos sobre seus produtos (Cf. Holman & Geislar, 2018; Sismondo, 2018, pp. 163-167). Para abordar em parte tais dificuldades, identifiquei abaixo um elemento comum a várias prescrições da Tabela 5, a precaução epistêmica. Dadas as limitações de definições anteriores, proponho uma nova definição dela a partir da noção de risco indutivo.

Não obstante suas diferenças, todas as definições da precaução epistêmica - a interpretação epistêmica do PP - referem-se a que ou a como acreditar diante de ameaças incertas ao meio ambiente ou à saúde humana. Embora lancem mão de conceitos diversos, dois conceitos têm se destacado nas tentativas anteriores de abordar a precaução epistêmica: falsos positivos e negativos e risco indutivo.⁷⁵

Como falsos positivos e falsos negativos já foram detalhadamente abordados na seção 1.2.2 e na seção 3.2.2, assim como o já foi as maneiras de concretizar a prescrição de minimizar falsos negativos (aumentar o nível de significância estatística, medidas de falsos negativos etc.), apenas menciono autores que entendem a interpretação epistêmica do PP enquanto uma preferência por falsos positivos: Lemons *et al.* (1997, p. 230), Peterson (2007a, p. 7), e Ravetz (2004, p. 231). Recordo igualmente que a discussão sobre preferir falsos positivos a falsos

⁷⁵ Outros princípios de precaução epistêmica também apareceram na literatura. Para Peterson (2007a), além da preferência por falsos positivos, existem mais dois princípios epistêmicos da precaução: o princípio ecumênico e o princípio da não monotonicidade. O princípio ecumênico afirma que todas as opiniões de especialistas sobre um assunto devem ser consideradas, enquanto o princípio da não monotonicidade é um lembrete de que nem sempre mais informações levam a melhores decisões. Uma versão semelhante ao princípio ecumênico apareceu na literatura anos antes em Hansson (1999a, p. 920) e em Godard (2003) (prescrição 3-c), mas a de Peterson (2007a) é, até onde sei, a única ocorrência do princípio de não monotonicidade, então não vou discuti-la mais aqui. Como é possível conectar o princípio ecumênico com a definição de precaução epistêmica que darei, também não o discutirei. Por fim, tampouco discutirei a definição de Harris e Holm (2002) (seção 2.2) porque ela é facilmente encoberta pelos conceitos de falsos positivos e negativos e risco indutivo.

negativos não é meramente teórica. Como também apontado na seção 1.2.2, o debate entre dois cientistas ambientais (Josefson e Gray) na década de 1990 ilustrava exatamente a questão da legitimidade ou não da precaução epistêmica assim entendida no contexto de uma análise sobre a eutroficação do estreito Skagerrak. Na seção anterior, outros exemplos igualmente foram dados.

Embora entender a interpretação epistêmica do PP enquanto uma preferência por falsos positivos consiga unificar grande parte das prescrições da Tabela 5, tal definição tem o demérito de ser rígida e, então, padeceria da mesma falta de sensibilidade ao contexto que a ciência precautória como um conjunto de prescrições enfrenta. Assim sendo, urge recorrer ao segundo conceito que tem se destacado na literatura sobre a precaução epistêmica.

Daniel Steel (2015) e Stephen John (2019) conectam a precaução epistêmica ao conceito de risco indutivo.⁷⁶ Conforme comentado na seção 2.3.4, pode-se entender o conceito de risco indutivo como a chance de erro ao se aceitar ou rejeitar uma hipótese. Na proposta de Douglas (2000; 2009; 2017), há risco indutivo não apenas em contextos de testes de hipóteses, mas também na escolha da metodologia, na caracterização dos dados e na interpretação dos resultados. John (2010), por sua vez, inclui riscos indutivos também na comunicação científica. Em outras palavras, nesses momentos há como uma escolha difícil entre falsos positivos e falsos negativos na aceitação de uma hipótese. Como visto, Douglas argumenta que quando há consequências não epistêmicas desses riscos indutivos, valores devem ser considerados no juízo de quão suficiente é determinada evidência para aceitar alguma hipótese. Uma vez que existem tais consequências não epistêmicas (tome o debate Josef-Gray como exemplo), então, por *modus ponens*, valores devem ter um papel importante na aceitação de hipóteses.

A precaução epistêmica na abordagem de Steel é derivada do que ele chama por Princípio da Meta-Precaução, que é definido como "a incerteza não deve ser uma razão para inação diante de ameaças ambientais [ou à saúde humana] graves" (Steel, 2015, p. 9; tradução minha)⁷⁷, uma definição que também cumpre a função da interpretação do PP enquanto requerimento procedimental em sua proposta (seção 1.2.2). Em meu entendimento, parece que a precaução epistêmica de Steel orientaria a avaliação de riscos indutivos a partir de valores ligados ao meio ambiente ou à saúde humana. Essa interpretação explicaria por que ele ilustra

⁷⁶ Como o próprio John reconhece que a abordagem de Steel é mais desenvolvida e complementar a sua, me focarei apenas na proposta de Steel.

⁷⁷ No original: "uncertainty should not be a reason for inaction in the face of serious environmental [or human health] threats".

a precaução epistêmica com os fatores de incerteza em toxicologia (Steel, 2015, pp. 172-177) e, depois, com o marco regulatório REACH da União Europeia (Steel, 2015, pp. 212-216).

Fatores de incerteza são utilizados para estimar Doses de Referência, isto é, "(...) doses às quais a população pode estar exposta diariamente sem apresentar risco de aparecimento de efeitos nocivos à saúde durante toda a vida" (Oga *et al.*, 2008, p. 76). Como tais doses são geralmente estimadas a partir de experimentos com animais não humanos, sua extrapolação a humanos ocorre, grosso modo, mediante a divisão do valor obtido por fatores que representem fontes de incerteza na extrapolação, como a possibilidade de que humanos sejam mais suscetíveis aos efeitos de determinada substância que animais não humanos ou a possibilidade de que haja grupos da população humana mais suscetíveis à substância que outros grupos (*e.g.*, idosos, crianças). Em razão disso, para Steel (2015, p. 171) fatores de incerteza permitem estimar doses de referência de uma maneira que prefere errar do lado da proteção do meio ambiente e da saúde humana e, assim, são uma instância da precaução epistêmica. Também o é o marco regulatório REACH, pois ele torna a toxicidade a suposição padrão para um grande número de produtos químicos em vez de não toxicidade, uma decisão consoante com o argumento do risco indutivo. Em suas palavras:

O argumento do risco indutivo afirma que os juízos de valor éticos sobre a gravidade de erros devem influenciar as decisões sobre o que deve contar como evidência suficiente para aceitar uma afirmação. Com efeito, uma abordagem pré-mercado torna a toxicidade a suposição padrão para produtos químicos. A obrigação, portanto, recai sobre os usuários e produtores do produto químico para fornecer evidências de que essa suposição padrão é falsa e que o produto químico pode ser usado com segurança. Mas, o que se trata como a suposição padrão reflete um julgamento sobre os custos relativos de erros possíveis e opostos. Assim, o REACH é motivado pelo juízo de que normalmente é melhor atrasar a comercialização de um produto químico seguro do que descobrir tardiamente que um produto químico já em uso generalizado é seriamente prejudicial (Steel, 2015, pp. 214-215; tradução minha)⁷⁸.

Não obstante a fecundidade e elegância dessa abordagem, Steel (2015) não define precaução epistêmica. Além disso, os papéis dos valores não são claros por dois motivos. Primeiro, ele às vezes fala de valores como "motivadores" (*ibid.*, p. 182) para decisões e outras vezes "como uma razão" (*ibid.*, p. 183, 214-215) para elas, uma ambiguidade problemática no

⁷⁸ No original: "The argument from inductive risk asserts that ethical value judgments about the severity of errors should influence decisions about what should count as sufficient evidence for accepting a claim. In effect, a pre-market approach makes toxicity the default assumption for chemicals. The obligation, therefore, is on the users and producers of the chemical to provide evidence that this default assumption is false and that the chemical can be safely used. But what one treats as the default assumption reflects a judgment about the relative costs of opposite possible errors. Thus, REACH is motivated by the judgment that it is normally better to delay the commercialization of a safe chemical than to belatedly discover that a chemical already in widespread use is seriously harmful".

debate de risco indutivo, como mostrou o artigo de Ward (2021). Em segundo lugar, parece haver um conflito potencial entre a precaução epistêmica e afirmações anteriores em seu livro quando ele diz que o PP não prioriza alguns valores em detrimento de outros.

Com efeito, ao discutir a objeção à unidade do PP apresentada por Mariam Thalos (2009; seção 1.2.1) e o argumento histórico para o PP,⁷⁹ Steel (2015, p. 42, 82-84) afirma que o princípio não pressupõe uma prioridade dos valores ambientais sobre outros por dois motivos. Em primeiro lugar, se o PP pressupusesse tal prioridade, então seria difícil compatibilizá-lo com a proporcionalidade (ou seja, o princípio que diz como equilibrar uma precaução recomendada com a gravidade do dano e o grau de incerteza dele). Em segundo lugar, danos ambientais, de saúde e econômicos estão todos conectados, o que torna difícil pesar uns mais que outros. Não obstante, ao discutir os fatores de incerteza e o REACH citados acima, ele mesmo diz que "uma vez que os fatores de incerteza permitem a estimativa de doses de referência diante de incertezas consideráveis, e o fazem *de uma forma que visa a proteger a saúde humana e o ambiente*, eles parecem ser uma ilustração clara de uma aplicação de um PP epistêmico" (*ibidem*, p. 171; ênfase minha), e, em um artigo anterior, que "[uma] motivação orientadora para fatores de incerteza é que é melhor subestimar uma dose de referência em x (ou seja, *superproteger a saúde humana e o meio ambiente*) do que superestimá-la (ou seja, subproteger) em x" (Steel, 2011, p. 360; ênfase minha).

Se não houvesse alguma maneira de priorizar valores na precaução epistêmica, os próprios casos mobilizados por Steel e sua explicação não fariam sentido. Diante disso, pode ser útil uma definição explícita de precaução epistêmica que se baseie e corrija as contribuições dele e de autores anteriores e que seja relevante para o debate da ciência precautória. Proponho, então, a seguinte definição:

Precaução epistêmica_{df1}: no momento de gerir riscos indutivos com consequências não epistêmicas significativas e plausíveis, decisões que facilitem a proteção do meio ambiente ou da saúde humana devem ser instanciadas.

⁷⁹ O argumento histórico para o PP pode ser resumido da seguinte maneira. Não é raro encontrar na literatura sobre o princípio casos históricos em que danos irreversíveis ao meio ambiente ou à saúde humana sofreram regulações apenas tardiamente, não obstante a existência de evidências plausíveis da ocorrência de tais danos. O atraso em responder a tais ameaças incertas não apenas gerou ainda mais danos, como também dificultou sua mitigação. Caso se queira evitar semelhante cenário recorrente, é preciso tomar medidas ainda que a evidência do dano seja incerta. É preciso, em outras palavras, PP. Veja o Apêndice para casos ilustrativos do argumento histórico para PP, baseados em Harremoes *et al.* (2001).

Antes de comentar como tal definição acomoda contextualmente várias prescrições da Tabela 5, convém explicar rapidamente três aspectos dela: a que se refere o "o momento de gerir riscos indutivos", por que restringi-los àqueles que são significativos e plausíveis, e por que falar sobre decisões que são instanciadas em vez de tomadas por cientistas. O trecho referente à "proteção do meio ambiente ou da saúde humana" deve aqui ser entendido de maneira intuitiva com base nos exemplos discutidos. No capítulo 4, no entanto, ele será refinado a partir da definição proposta de ciência precautória.

Por "momento de gerir riscos indutivos", me refiro à ocasião em que se toma alguma decisão relativa a que hipótese aceitar após uma análise das consequências de riscos indutivos (falsos positivos e negativos). Considere o exemplo a seguir. Para aprovar um novo medicamento, há que considerar quantos e quais testes serão considerados suficientes para estabelecer sua segurança e efetividade. Dadas as consequências de um falso positivo (*e.g.*, dano a pacientes dada a aprovação de um medicamento ineficaz e/ou inseguro) e aquelas de um falso negativo (*e.g.*, dano a pacientes dada a não aprovação de um medicamento importante, e prejuízo financeiro à empresa responsável), a gestão de tais riscos indutivos se refere a que hipótese aceitar em face de tais consequências: a hipótese de que dois resultados positivos de estudos clínicos controlados duplo-cego é suficiente ou aquela de que apenas um o é, ou ainda a hipótese de dois positivos com outros critérios adicionais? (Cf. Stegenga, 2017).

Nem toda consequência, porém, é importante ou possível de ser antevista em uma análise de riscos indutivos. Assim, a restrição a consequências não epistêmicas significativas torna apenas explícito que consequências como fama individual não são interessantes do ponto de vista dos defensores do argumento do risco indutivo, conforme destacou Sandra Mitchell (2004, p. 254). Além disso, os riscos indutivos devem ser pelo menos plausíveis para tornar a definição operacional e também em harmonia com a literatura do PP. De fato, a plausibilidade está presente em uma definição recente do PP (Resnik, 2021, p. 91) e pode ser avaliada por valores cognitivos como coerência, poder explicativo, analogia, precedência, precisão e simplicidade (Resnik, 2003, p. 339). A possibilidade também poderia ser uma candidata neste contexto, mas ela é aqui muito problemática, uma vez que a modalidade possibilidade pode apontar para qualquer direção e, portanto, levaria não apenas a alegações de conhecimento não confiáveis (Cf. Hansson, 2011), mas também a medidas precautórias conflitantes.

Finalmente, a construção de "decisões instanciadas" visa permitir tanto decisões motivadas pelo objetivo de proteger o meio ambiente ou a saúde humana quanto decisões que são causalmente afetadas por ele. Se uma decisão for motivada por esse objetivo, ela também será afetada causalmente por ele, mas o inverso não é o caso (Ward, 2021). Isso permite

aplicações estruturais da precaução epistêmica em que um cientista não está gerindo conscientemente um risco indutivo, mas cuja decisão pode estar em harmonia com ela, como mostram os exemplos de Steel (2015) de fatores de incerteza e do REACH. Ao formular a precaução epistêmica dessa forma, também pode ser evitada uma objeção potencial segundo a qual ela é muito exigente para os cientistas.

Assim definida, a precaução epistêmica abrange várias das prescrições da Tabela 5 e de uma maneira sensível ao contexto. De fato, ela acomoda muitas prescrições do momento "fazer ciência", tais como 2-b ("minimizar erros de tipo II") e 2-a ("reconhecer ignorância, incerteza, limites de conhecimento e julgamentos de valor"). Um exemplo de tais prescrições em consonância com a precaução epistêmica seria a abordagem de limites planetários de Steffen *et al.* (2015), a qual estabelece níveis seguros de perturbação humana para nove processos biofísicos críticos que mantêm o funcionamento do sistema da Terra. Como as incertezas são abundantes e, conseqüentemente, estabelecer exatamente onde colocar cada limite pode ser difícil, os autores decidiram que: "A aplicação do princípio da precaução determina que o limite planetário seja definido no final 'seguro' da zona de incerteza" (Steffen *et al.*, 2015, p. 1259855-2; tradução minha)⁸⁰. Esta escolha está intimamente relacionada à precaução epistêmica, pois considera que, dadas as conseqüências desse contexto, é moralmente melhor colocar o limite em um nível mais baixo e então arriscar cometer mais falsos positivos (aceitar que em algum lugar acima do limite é arriscado quando não é) do que falsos negativos (aceitar que em algum lugar abaixo do limite não é arriscado quando é). Como dizem os autores, estabelecer o limite dessa forma também estimula decisões rápidas.

Por sua vez, a qualidade da definição proposta de precaução epistêmica ser contextualmente sensível pode ser notada no exemplo anterior da aprovação de medicamentos. Suponha que o medicamento em questão trate doenças brandas para as quais já há outras opções farmacológicas. Nesse contexto, as conseqüências de um falso positivo (eventual dano aos pacientes dada a aprovação de um medicamento inseguro e/ou ineficaz) são, do ponto de vista do objetivo de facilitar a proteção da saúde humana, piores que aquelas de um falso negativo (prejuízo financeiro à empresa responsável). Por conseguinte, nessa situação, a precaução epistêmica recomendaria minimizar um falso positivo, contrariando a prescrição 2-(b) da Tabela 5.

Na mesma perspectiva, a presença de riscos indutivos na comunicação científica também pode ilustrar tal caráter contextual da precaução epistêmica. Embora em muitos casos

⁸⁰ No original: "Application of the precautionary principle dictates that the planetary boundary is set at the 'safe' end of the zone of uncertainty".

a decisão por comunicar um alerta precoce (3-b), por exemplo, possa ser entendida como uma preferência por falsos positivos, a precaução epistêmica permite uma avaliação do caso em questão de modo tal que, em determinadas situações, as consequências de um falso positivo possam ser tais que não facilitam a proteção ao meio ambiente ou à saúde e, então, ela recomendaria uma decisão diferente. Isso pode ser ilustrado não apenas pelos casos claros de alertas precoces infundados, mas também pelos casos de *dual-use research* (seção 2.3.2), em que a comunicação dos potenciais efeitos maléficos da pesquisa (e.g., modificação genética de vírus para aumentar sua transmissibilidade) podem estimulá-los.

Desse modo, a definição proposta de precaução epistêmica evita a carência das definições anteriores. Ela, ademais, unifica várias prescrições da Tabela 5 de modo tal que permite definir a ciência precautória a partir de sua presença. No entanto, a precaução epistêmica não apenas não dá conta de várias prescrições, dentre as quais as importantes prescrições do momento "direcionar a ciência", como levanta obstáculos diversos.

3.4 Não tão rápido: objeções à ciência precautória e à precaução epistêmica

O papel de valores na precaução epistêmica e nas demais prescrições propostas por defensores da ciência precautória levantam objeções preocupantes. Nesta seção, destaco três: a objeção da objetividade, a objeção da cascada precautória, e a objeção da legitimidade política.

A objeção da objetividade refere-se a uma das preocupações mais comuns quando se defende a presença de valores nos momentos da ciência cobertos pela precaução epistêmica. Conforme visto anteriormente na seção 2.3.4, o papel de valores no momento de se avaliar uma hipótese entra em conflito com o ideal da imparcialidade, ideal segundo o qual apenas valores cognitivos podem ter aí algum papel. O ideal da imparcialidade constitui uma das maneiras de se entender a objetividade científica (Cf. Douglas, 2009, pp. 115-132; Reiss & Sprenger, 2020). Com efeito, tal ideal visa impedir que se aceite hipóteses como verdadeiras apenas porque se quer que elas sejam (pensamento desejoso). Assim, ao recomendar o papel de valores na avaliação de hipóteses a partir da noção de risco indutivo, a precaução epistêmica deve uma explicação de como eles não levam ao pensamento desejoso, minando, então, a objetividade científica. Resumidamente, a objeção da objetividade pode ser assim apresentada:

Objeção da objetividade: que papéis os valores da precaução epistêmica devem ter de modo a resguardar a objetividade científica?

Um segundo obstáculo para a ciência precautória é o efeito cumulativo de decisões que facilitem a proteção do meio ambiente ou da saúde humana na pesquisa científica, efeito

rotulado "cascata precautória" por Gabriele Contessa (2021, p. 63)⁸¹. De fato, suponha que um grupo de pesquisadores avalie riscos indutivos em harmonia com a precaução epistêmica. Suponha, ademais, que em seguida um painel de avaliação de riscos analise os resultados de tais pesquisadores também recorrendo à precaução epistêmica. Ora, o efeito combinado de tais decisões semelhantes pode reduzir excessivamente os padrões para se aceitar determinada hipótese. A objeção da cascata precautória afirma, portanto:

Objeção da cascata precautória: como a ciência precautória evita um efeito cumulativo de decisões que preferem errar do lado meio ambiente ou da saúde humana?

Por fim, a terceira objeção remete ao argumento da legitimidade política, um dos principais argumentos para o ideal da ciência livre de valores (seção 2.1; Bright, 2018; Lusk, 2021). Relembro que ele parte da premissa segundo a qual, em uma democracia representativa, decisões políticas não devem ser feitas com base na influência indevida dos valores de apenas algumas pessoas. Mas, se cientistas em cargos de aconselhamento científico utilizam a precaução epistêmica, então uma importante propriedade de tais formas de democracia é violada. Portanto, a objeção da legitimidade política afirma que:

Objeção da legitimidade política: como conciliar a precaução epistêmica com o princípio de democracias representativas segundo o qual decisões políticas não devem ser feitas com base na influência indevida dos valores de apenas um grupo específico de pessoas em cargos de poder?

As três objeções acima são graves para a ciência precautória e, contudo, ainda não foram respondidas por sua literatura. Para abordá-las e ir além do entendimento da ciência precautória como um conjunto de prescrições diversas ou como uma ciência que contenha a precaução epistêmica, é preciso recorrer detalhadamente a alguma proposta da literatura de valores na ciência. No próximo capítulo, eu procurarei defender que o modelo das interações entre as atividades científicas e os valores (Lacey & Mariconda, 2014) não apenas ajuda a enfrentar os obstáculos acima, como, mais importantemente, permite fornecer uma definição da ciência precautória que não possui as deficiências das definições anteriores.

⁸¹ Em uma resenha ao livro de Steel (2015), Manson (2015) antecipou a objeção da cascata precautória, mas não a desenvolveu como Contessa.

Capítulo 4: O modelo das interações e a ciência precautória

Sound science promotes sound ethics, including environmental justice.
Kristin Shrader-Frechette (2017)

Apresentação

A partir dos resultados dos capítulos anteriores, este capítulo objetiva definir a ciência precautória a partir do modelo das interações entre as atividades científicas e os valores (M-CV). Assim, na **seção 4.1** apresento os conceitos e teses relevantes do modelo para esse objetivo. Na **seção 4.2**, mobilizo os conceitos apresentados e a perspectiva de valor da justiça ambiental e imparcialidade intergeracional para definir a ciência precautória. Por fim, na **seção 4.3**, defendo que a definição apresentada evita as objeções da objetividade, da cascata precautória e da legitimidade política.

4.1 Fundamentos do modelo

Explicitamente apresentado em Lacey & Mariconda (2014) e, mais recentemente, em Lacey (2022, pp. 39-76), o M-CV pode ser entendido como uma proposta da área de valores na ciência que, baseada em um diagnóstico da situação presente da ciência, visa reformá-la a partir de novas definições de alguns dos componentes (imparcialidade, neutralidade, autonomia e abrangência) do ideal da ciência livre de valores (Cf. Capítulo 2). Nesse sentido, a exposição a seguir buscará evidenciar a reabilitação de tais ideais por M-CV, comentando os recursos conceituais utilizados nessa tarefa e que também serão úteis na definição posterior da ciência precautória.

4.1.1 Atividades científicas, entendimento, valores e valores cognitivos

Irei inicialmente me ocupar do primeiro elemento de M-CV: as *atividades científicas*. A preocupação explícita em modelar atividades científicas não é fortuita. Ela visa ressaltar a importância de fatores por vezes desconsiderados em investigações de filosofia da ciência. Com efeito, várias propostas preocupam-se apenas com elementos relacionados ao conhecimento científico (leis, hipóteses, explicações, descrições etc.). Ter atividades científicas como alvo é

também levar em conta as condições sociais em que o conhecimento científico é produzido e aplicado. Nas palavras de Lacey (1999, p. 7-8; tradução minha)⁸²:

A ciência, porém, não deve ser identificada com suas teorias. Não compreendemos de modo suficiente o caráter das teorias científicas se as abstrairmos dos processos em que são geradas, testadas, avaliadas, reproduzidas, transformadas, interligadas com outras teorias, adotadas na prática, transmitidas e superadas. Teorias científicas são tanto produtos de práticas científicas como de importância instrumental para elas, e nossas atitudes cognitivas em relação às teorias são moldadas dentro dessas práticas. Membros da comunidade científica se engajam nessas práticas, que são inteligíveis à luz de uma longa tradição, e são conduzidas dentro de vários tipos de instituições científicas. Essas instituições, por sua vez, dependem de outras instituições da sociedade em geral para fornecer suas condições materiais e sociais necessárias.

Conforme a citação acima, o escopo de atividades científicas é amplo, o que gera duas consequências importantes. Em primeiro lugar, afastam-se, desde já, objeções relativas a idealizações excessivas em filosofia da ciência pela desconsideração de fatores sociais. Em segundo lugar, graças a esse escopo, os conceitos e teses de M-CV permitem discutir uma variedade maior de questões relacionadas às ciências do que outras proposta do gênero. Apenas para fins de ilustração, a definição de M-CV do ideal da ciência livre de valores leva em conta todos os elementos da citação, ao passo que outras propostas o definem apenas como a exclusão de certos valores em aspectos considerados centrais do raciocínio científico (Cf. seção 2.1).

A partir dessa descrição de atividades científicas, Lacey (2010, p. 17) caracteriza seu objetivo a partir de quatro componentes específicos:

(i) Obter teorias que expressem *entendimento* empiricamente fundamentado e bem confirmado a respeito dos fenômenos, (ii) tendo em vista suas aplicações práticas (quando apropriado), (iii) de modo que as teorias obtidas sejam aceitas para domínios de fenômenos cada vez maiores, (iv) e que nenhum fenômeno significativo na experiência humana ou na prática da vida social fique, em princípio, fora do alcance das investigações científicas.

Em M-CV, a noção de teoria científica é ampla e é definida a partir da presença de elementos tais como “(...) hipóteses, reivindicações, explicações e encapsulações de

⁸² No original: "But science should not be identified with its theories. We do not grasp enough of the character of scientific theories if we abstract them from the processes in which they are generated, tested, assessed, reproduced, transformed, interlinked with other theories, adopted in practice, transmitted and surpassed. Scientific theories are both products of and of instrumental importance to scientific practices, and our cognitive attitudes toward theories are shaped within these practices. Members of the scientific community engage in these practices, which are made intelligible in the light of a long tradition; and they are conducted within various kinds of scientific institutions. These institutions, in turn, depend on other institutions in society at large for the provision of their necessary material and social conditions".

possibilidades” (Lacey, 2022, p. 41). Nota-se, nessa definição, como a exigência de que uma teoria científica possua uma estrutura matemática está ausente. Em outras palavras, embora elas possam tê-la, não é necessário que elas a tenham. Essa contingência intencional para a presença de estruturas matemáticas em teorias tem duas consequências.

Em primeiro lugar, ela permite englobar teorias científicas também oriundas de pesquisas exclusivamente qualitativas (*e.g.*, de certo tipo de etnografia). Nesse sentido, não apenas ciências sociais estariam no escopo de atividades científicas, como também toda forma de investigação empírica sistemática; não sendo formas de investigação empírica sistemática, porém, as ciências formais não seriam abrangidas. Em segundo lugar, a definição de teorias científicas acima não exclui, desde o início, a *possibilidade* de que formas de investigação tradicionais tenham o mesmo status epistêmico de uma teoria científica.

Afirmar que teorias científicas expressam entendimento contrasta com afirmar que elas expressam representações de fenômenos ou, se verdadeiras, uma parcela da realidade. Embora a noção de entendimento seja compatível com essas duas outras, ela não as pressupõe. Desse modo, ela contorna, ainda que não exclua, algum comprometimento metafísico particular sobre tais temas.

Entendimento de fenômenos envolve, para Lacey, descrições sobre quatro aspectos relacionados a eles: o que eles são (um objeto da experiência? um objeto da prática humana?), por que são de tal maneira (o que explica suas propriedades? por que se comportam de tal modo?), a quais possibilidades eles estão relacionados (melhoramento genético de uma semente?) e como realizar essas possibilidades (qual método?)⁸³.

Dependendo de como essas questões são respondidas, pode-se ter um entendimento extensivo ou completo. Grosso modo, um *entendimento extensivo* identifica como determinado objeto ou sistema se relaciona a outros através de princípios explanatórios ou de condições particulares das quais se originam suas variações; por sua vez, um *entendimento completo* não apenas identifica os elementos do entendimento extensivo, mas, sobretudo, enfatiza as relações do objeto com o contexto natural e cultural que o circunda (Lacey, 1999, p. 95; 2008, p. 144-145).

Para averiguar se uma teoria expressa entendimento empiricamente fundamentado e bem confirmado a respeito de algum domínio de fenômenos, é preciso avaliar, com base nos dados empíricos disponíveis sobre tal domínio, em que grau ela manifesta valores cognitivos. Conforme antecipado na seção 2.1 e 2.3.1, o conceito de valores cognitivos ganhou destaque

⁸³ Os três primeiros tipos de descrições constituem o que De Regt (2020, p. 5) chama de, respectivamente, *understanding-that*, *understanding-why* e *understanding-how*.

na literatura da filosofia da ciência a partir das décadas de 1970 e 1980 com o objetivo de captar como diferentes cientistas podem variar em sua avaliação de hipóteses científicas, mesmo que recorram aos mesmos critérios. Entender tais critérios enquanto valores cognitivos, mas não como regras, permite explicar não apenas como essa variação é possível, como também eventuais tensões entre valores cognitivos exemplificadas na história da ciência.

Em M-CV, a discussão sobre valores cognitivos pressupõe aquela sobre valores. De modo geral, em M-CV, *valores* são propriedades consideradas desejáveis em um objeto qualquer para que ele seja um bom objeto. Há, assim, tanto uma dimensão volitiva quanto uma epistêmica em valores: se deseja que um objeto seja caracterizado por um valor v qualquer (dimensão volitiva), e se crê que tal objeto possuir v o torna um bom objeto (dimensão epistêmica).

De maneira esquemática, uma pessoa X *sustenta* um valor v em um objeto Φ se, e só se: "(1) X deseja que v se manifeste em grau elevado em Φ ; (2) X acredita que a manifestação em grau elevado de v em Φ é parcialmente constitutiva de um 'bom' Φ ; e (3) X está comprometida *ceteri paribus* a agir para aumentar ou para manter o grau de manifestação de v em Φ ". (Lacey, 2010, p. 271).

Dependendo do tipo do objeto Φ considerado, tem-se tipos diferentes de valores. Em particular, se Φ for uma obra de arte, tem-se valores estéticos (*e.g.*, beleza). Se Φ for a sociedade, tem-se valores sociais (*e.g.*, justiça). Se Φ for uma teoria científica, tem-se valores cognitivos (*e.g.*, adequabilidade empírica).

Mediante essa caracterização geral de valores, Lacey (1999, pp. 23-30; 2008, p. 54) apresenta vários modos em que eles podem estar presentes. Valores se *manifestam* no comportamento de alguém se na explicação de tal comportamento apareçam tais valores. Se essa manifestação é constante e consistente, tais valores estão *entrelaçados* na vida de alguém. Nota-se que eles não precisam ser explicitamente expressos pelo agente para que eles tenham papel em sua conduta: a manifestação e entrelaçamento de valores independe de sua *articulação*. Algo semelhante ocorre quando valores são *expressos em uma prática*: a ação em seu interior é promovida por tais valores e requer comportamentos que os instanciam. Por fim, valores podem estar *incorporados em instituições sociais* se elas encorajam sua manifestação, entrelaçamento e práticas que os expressem.

Juízos de valor são da forma " v é uma característica de um bom Φ " e " v_1 é superior a v_2 ". Por sua vez, o juízo de que " Φ manifesta v num grau tal" é um *enunciado estimativo de valor*. Juízos de valor e valores dos mais variados tipos podem fazer parte de uma *perspectiva*

de valor, mas não fazem parte dela enunciados estimativos de valor. De acordo com Lacey (2010, p. 36), perspectivas de valor:

(...) tornam [valores e juízos de valor] coerentes, ordenados e racionalmente dignos de serem sustentados a partir de certas pressuposições acerca da natureza humana (e da natureza), e acerca do que é possível - pressuposições que estão, em alguma medida, abertas à investigação empírica.

Para este momento do Capítulo, cabe apenas salientar que, conforme a citação acima, uma perspectiva de valor qualquer pode ser racionalmente sustentada a partir da avaliação da possibilidade de que ela seja entrelaçada em uma vida pessoal de maneira consistente, constante e coerente (critério de possibilidade) e da presença de uma concepção de natureza humana que explique por que sustentá-la leva a uma vida realizada (critério da natureza humana).

Do mesmo modo que há, em M-CV, condições para se sustentar racionalmente valores em geral, há condições específicas para que um valor seja um *valor cognitivo*. Para tanto, ele deve satisfazer a duas condições: ser necessário para explicar escolhas de teorias já feitas pela comunidade científica (condição explicativa) e possuir justificção para seu status cognitivo (condição normativa) (Lacey, 2008, p. 88).

Ainda que, conforme Lacey (1999, p. 108), possa haver desacordos sobre os itens da lista de valores cognitivos, seus exemplos mais recorrentes são: adequabilidade empírica, poder explicativo, poder de encapsular possibilidade dos fenômenos, consistência interna e externa, e minimização de hipóteses *ad hoc* (Lacey, 1999, p. 108; 2017, p. 16). Estudos de história da ciência, por exemplo Laudan (1984), mostraram a presença de tais valores nas escolhas de teorias passadas - condição explicativa - e eles servem ao objetivo da ciência elencado anteriormente - condição normativa -, uma vez que, dentre outras coisas, valores cognitivos permitem justamente identificar quais teorias "expressam entendimento empiricamente fundamentado e bem confirmado a respeito dos fenômenos".

Não obstante, uma objeção comum à distinção entre valores cognitivos e não cognitivos afirma que se ela fosse de fato útil, deveria haver uma lista em que valores cognitivos fossem claramente classificados; ora, há várias listas concorrentes de valores cognitivos na literatura; logo, a distinção não é útil (Cf. seção 2.3.1). A réplica de Lacey consiste em mostrar a utilidade da distinção para distinguir diferentes atitudes doxásticas para teorias, conforme mostro a seguir.⁸⁴

⁸⁴ A distinção entre valores cognitivos e não cognitivos de Lacey também evita outras objeções da seção 2.3.1. Conforme apontarei mais adiante, a adoção de uma estratégia tem impacto em como valores cognitivos serão interpretados e ranqueados, o que de certa forma permite acomodar a preocupação de Longino mencionada na

4.1.2 Atitudes doxásticas, estratégias e suas consequências

A partir da distinção entre valores cognitivos e valores não cognitivos, pode-se entender de maneira melhor a avaliação cognitiva de uma teoria T, isto é, a avaliação do grau de manifestação de valores cognitivos nela. Uma teoria T é *sustentada* para um domínio de fenômenos D se T é considerada pela comunidade científica - e não por algum cientista individual - como um item do conhecimento científico estabelecido. Para tanto, é necessário que pesquisas que poderiam refutar T tenham sido feitas, que objeções advindas de pessoas com perspectivas de valor diversas tenham sido abordadas, e que nenhuma objeção adicional a ela tenha surgido ou seja antecipada após um tempo considerável. Uma teoria T será *aceita corretamente* se satisfizer ao ideal da *imparcialidade*, reformulado pelos autores de M-CV do seguinte modo:

- (1) T é corretamente sustentada para D – ou T_D é corretamente aceita como um item do conhecimento estabelecido – se e somente se T manifestar os valores cognitivos em alto grau, em grau mais alto do que as teorias rivais, à luz dos dados empíricos (E) relevantes e suficientes, obtidos da observação dos fenômenos do domínio D; e
- (2) T é corretamente rejeitada para D se e somente se outra teoria (T_1) (inconsistente com T) manifesta os valores cognitivos em grau mais elevado para o domínio D (Lacey, 2022, pp. 43-44).

Não obstante a existência de exemplos na história das ciências em que teorias não foram aceitas em conformidade com a imparcialidade (Cf. seção 2.3.1), Lacey (2008, p. 16) o considera como um ideal viável e obrigatório das atividades científicas. Para o autor, instâncias de aceitação correta estão presentes, por exemplo, em exemplos dos manuais de ciências bem consolidadas. Por exemplo, em química, a asserção de que o elemento plutônio é tóxico. Ainda que permaneça a possibilidade lógica de que tal asserção venha a ser considerada falsa, ela está tão bem confirmada que a realização de mais pesquisas visando refutá-la são consideradas desnecessárias.

Nota-se, enfim, como ideal da imparcialidade exclui a presença de valores não cognitivos "ao lado de valores cognitivos" na sustentação e rejeição correta de T (Lacey, 2022, p. 44; grifo do autor). Ele, contudo, não sucumbe à crítica do argumento do risco indutivo (seção

seção citada acima. Ademais, Lacey não se compromete com a tese, amplamente criticada pelos adversários da definição, de que haja uma dicotomia entre tais valores, senão apenas uma distinção. Por fim, veja Schindler (2022) para uma pesquisa quantitativa com cientistas cuja conclusão evidencia a relevância de tal distinção para os próprios cientistas.

2.3.3), uma vez que a imparcialidade apenas se aplica a casos em que há evidência suficiente e e, então, as chances de erro são insignificantes, casos aos quais o argumento não se aplica conforme seus próprios propositores (Douglas, 2000, p. 577) - a mesma linha de argumentação pode ser utilizada para livrar o impacto da subdeterminação na imparcialidade. Seja como for, o ideal da imparcialidade não exclui, porém, a presença de valores em vários outros momentos da atividade científica. Ele tampouco exclui a presença de valores em outras atitudes doxásticas que podem ser feitas em relação a teorias além da sustentação.

Com efeito, valores podem estar presentes quando se *desenvolve* uma teoria T, isto é, “(...) preferir T a suas competidoras para direcionar a pesquisa em curso em alguma área” (Lacey, 2015b, p. 3; tradução minha)⁸⁵. Do mesmo modo, valores podem estar presentes quando se *endossa* T, ou seja, se considera que T é suportada pela evidência disponível de modo que ações a ela relacionadas não possam ser contestadas por meio da alegação de evidência insuficiente (Cf. Lacey, 2022, p. 383).

Filósofos da ciência têm chamado a atenção para a existência dessas diferentes atitudes doxásticas para teorias desde a década de 1980. Laudan (1981, p. 144), em especial, ressalta que a história das ciências mostra inúmeras situações em que elas estão presentes. Abarcar essas noções pode ser visto como um dos méritos de M-CV, o que não ocorre, por exemplo, em outras propostas mais contemporâneas que lidam apenas com a sustentação de teorias.

Seja como for, tais atitudes não ocorrem no momento da avaliação cognitiva de teorias, senão em outros momentos da atividade científica. Lacey (2022, p. 42) divide a atividade científica em cinco momentos, os quais, claro, se entrelaçam e por vezes ocorrem juntos, mas que podem ser analiticamente distinguidos. São eles:

- M1: da adoção da estratégia da pesquisa;
- M2: do empreendimento da pesquisa;
- M3: da avaliação cognitiva das teorias e hipóteses;
- M4: da disseminação dos resultados científicos;
- M5: da aplicação do conhecimento científico.

A sustentação correta ocorre em M3, ao passo que o desenvolvimento de uma hipótese, em M2, e endossamentos, em M5. A imparcialidade é, portanto, um ideal restrito a M3. Retomando as categorias de Elliott (2022) utilizadas no capítulo anterior, M1 e M2 fazem parte do momento "direcionar a ciência"; M3, do "fazer ciência"; e M4 e M5, do "usar a ciência".

⁸⁵ No original: "(...) to prefer T is to its competitors for the sake of giving direction to on-going research in that area".

Apenas os conceitos de valores cognitivos, valores não cognitivos, o ideal da imparcialidade e o objetivo da ciência em M-CV são insuficientes para explicar as demais etapas da atividade científica. Eles são insuficientes para explicar, por exemplo, quais são os dados empíricos considerados relevantes em determinada investigação. Para isso, é preciso recorrer à noção de estratégia, presente em M1.

A noção de estratégia visa explicar a presença de um direcionamento nas pesquisas científicas. Conforme Lacey (2022, p. 41), uma *estratégia* fornece uma direção tanto empírica quanto teórica para determinada pesquisa. Mais precisamente, ela restringe quais teorias e categorias serão consideradas em uma investigação (direcionamento teórico), e seleciona quais tipos de dados empíricos, fenômenos e seus aspectos serão relevantes (direcionamento empírico).

Assim entendida, ela possui proximidades com várias outras noções anteriores da filosofia da ciência. Conforme reconhece o próprio Lacey (2010, p. 20; p. 66), ela possui várias similaridades com, por exemplo, a noção kuhniana de paradigma em seu sentido global: conjunto de compromissos - generalizações simbólicas, partes metafísicas dos paradigmas, valores cognitivos e exemplares - de um grupo científico (Kuhn, 2009, p. 228). Além de guiar a atividade científica, ambas dependem do critério de fecundidade para terem sua adoção continuada, isto é, dependem de, a longo prazo, "(...) ser de fato, e continuar a ser, uma fonte de teorias que vêm a ser corretamente aceitas [sustentadas] em relação a certos domínios de fenômenos" (Lacey, 2010, p. 70). A fecundidade é, portanto, uma importante restrição empírica para a adoção de estratégias.

Embora a fecundidade seja uma importante restrição empírica para a adoção de estratégias, ela não é suficiente para a adoção de uma estratégia. Com efeito, e nisso ela se difere de noções anteriores, estratégias possuem relações de reforço mútuo com a adoção de determinada perspectiva de valor. Em outras palavras, a adoção de uma estratégia S promove determinadas aplicações que instanciam uma perspectiva de valor V, e aplicações que instanciam uma perspectiva de valor V promovem a adoção de uma estratégia S. É importante salientar que tal relação de reforço mútuo não é uma relação de implicação lógica; portanto, é perfeitamente compatível casos em que uma estratégia S associada à adoção de uma perspectiva de valor V esteja em relação de reforço mútuo com a adoção de uma perspectiva de valor V'.

Em M-CV, uma aplicação não é apenas a aplicação do conhecimento científico na geração de tecnologias. Diferentemente, uma teoria também pode se *aplicar a* fenômenos se os representa, gerando entendimento sobre eles. Por outro lado, uma teoria *aplica-se em* atividades práticas se informa tais atividades, que geralmente são tecnológicas (Lacey, 1999, p. 14).

Seja como for, os pressupostos de uma perspectiva de valor V constam, então, como partes da explicação e justificação de uma estratégia S. Ora, se esse é o caso, sua adoção não ocorre nem há como ocorrer sem a ausência de interferências consideradas externas em decisões referentes a prioridades de pesquisa e/ou à escolha de projetos, metodologias e critérios para avaliar teorias (definição de autonomia da seção 2.1). É inexequível, portanto, certa forma de entender o ideal da autonomia segundo a qual adotar uma estratégia dependeria apenas de tais tipos de valores. No entanto, uma outra maneira de entender a autonomia, a ser citada mais adiante, permanece exequível.

Um outro problema levantado pela adoção de uma estratégia qualquer é que, dadas suas restrições teóricas e empíricas, alguns fenômenos do mundo não serão investigados por ela. Há um conflito, então, entre adotar uma estratégia e o ideal da *abrangência*, o último item elencado no objetivo da ciência: "(...) que nenhum fenômeno significativo na experiência humana ou na prática da vida social fique, em princípio, fora do alcance das investigações científicas".

Por fim, extraindo mais consequências da própria noção de estratégia e dos comentários acima, nota-se como a questão de qual estratégia adotar e quais fatores devem ser considerados em tal escolha é raramente levantada. Conforme Lacey (2010, p. 21), esse é o caso, porque, sugere ele como hipótese explicativa, há uma predominância nas atividades científicas atuais de um tipo específico de estratégia chamadas *estratégias descontextualizadoras* (SDs). Nas palavras de Lacey (2022, pp. 55-56), elas:

(...) restringem as teorias, que são investigadas e avaliadas, àquelas que podem representar os fenômenos e encapsular as suas possibilidades por referência a sua ordem causal subjacente, isto é, por referência à estrutura subjacente dos fenômenos, aos processos e interações de seus componentes, e às leis que os governam expressas tipicamente em forma matemática (EPIs). (...) Quanto aos dados empíricos, eles são selecionados, procurados e formulados utilizando categorias descritivas geralmente quantitativas, obtidas por meio de intervenções (frequentemente assistidas por computadores) de mensuração, instrumentais e experimentais.

Em sua função de restrição teórica, nota-se como SDs direciona a investigação à busca de teorias que enquadram determinado fenômeno a partir de um conjunto específico de elementos (EPIs). Dentre tais elementos, destaca-se a expressão matemática de leis de fenômenos empíricos, modo de expressão legado pela tradição da ciência moderna. Em sua função de restrição empírica, SDs direciona a pesquisa a dados aos quais categorias quantitativas podem se adequar, em oposição a dados passíveis de serem investigados por categorias teleológicas ou intencionais - pesquisas sobre hipóteses mistas na nomenclatura da

seção 2.3.3. Por conta dessas características, SDs fornecem entendimento extensivo, mas não completo: elas não realçam as relações de determinado fenômeno com o contexto natural e cultural em seu entorno.

Se SDs assim definidas são predominantes nas atividades científicas atuais, cabe explicar por que esse é o caso. Dentre as várias explicações possíveis (por exemplo, a relação de SDs com teses metafísicas), Lacey (2010, p. 47) crê que a mais plausível é a relação de reforço mútuo entre SDs e a adoção da perspectiva de valor denominada por ele de valorização moderna do controle ou, mais recentemente, de valor do progresso tecnológico (V_{PT}) - perspectiva de valor interpretada, atualmente, a partir da perspectiva de valor do capital e do mercado ($V_{C\&M}$). De acordo com Lacey (2022, p. 62), em V_{PT} :

(...) o exercício do controle sobre os objetos naturais torna-se por si mesmo um valor social que não é subordinado de forma sistemática e geral a outros valores sociais, e atribui-se um alto valor ético às inovações que aumentam as capacidades humanas de exercer controle sobre os objetos naturais, à penetração cada vez maior de tecnologias em sempre mais domínios da vida cotidiana, da experiência humana e das instituições sociais, e à definição de problemas em termos que permitam soluções tecnocientíficas.

Conforme reconhece Lacey (2008, p. 122), toda perspectiva de valor inclui alguma forma de controle. Exerce-se controle sobre um objeto qualquer quando o manipulamos visando a determinados estados de coisas; o objeto é utilizado, de modo deliberado, como um meio para um fim qualquer. Em V_{PT} , contudo, a valorização do controle não se subordina a outros valores, tais como a harmonização com a natureza ou alguma concepção de florescimento humano. Se esse fosse o caso, seu exercício estaria condicionado a eles. Diferentemente, o controle em V_{PT} é insubordinado a outros valores. Tal insubordinação leva à alta valoração de inovações tecnológicas, de sua extensão e de que elas sejam a solução para uma ampla gama de problemas - como ilustram certas propostas de geoengenharia para combater as mudanças climáticas ou a retórica de que certo tipo de tecnologia transgênica em sementes erradicaria a fome, desconsiderando, dentre outros, fatores de distribuição dos alimentos.

Disse anteriormente que a relação de reforço mútuo entre SDs e V_{PT} é a melhor explicação, para Lacey, da predominância atual de SDs nas atividades científicas. O poder explicativo dessa hipótese se justifica à medida que em seu escopo consta a explicação de quatro elementos: por que alguns valores cognitivos são interpretados de uma maneira específica (*e.g.*, adequabilidade empírica como exatidão quantitativa em vez de qualitativa); por que alguns valores cognitivos são considerados superiores a outros (novamente, a exatidão quantitativa como principal característica de teorias científicas); por que a realização de experimento é

considerada central na ciência moderna a tal ponto que a extrapolação de seus resultados a ambientes não experimentais é feita, muitas vezes, sem fundamentação; e, finalmente, por que recursos materiais e sociais são mais fornecidos às pesquisas que envolvem SDs em detrimento de outras opções (Lacey, 2008, p. 234-6).

Pode-se exemplificar o último elemento pela grande quantidade de pesquisas, guiadas por SDs e em condições que fortalecem V_{PT} , sobre a eficácia de medicamentos, mas não sobre, em particular, o impacto de atividade física na saúde humana (Brown, 2017)⁸⁶. A relação de reforço mútuo entre SDs e V_{PT} permite explicar isso, pois, por um lado, as condições experimentais para testagem de medicamentos satisfazem aquelas elencadas em SDs (EPILs), mas dificilmente as satisfariam uma pesquisa sobre atividade física; por outro lado, os resultados dessas pesquisas se adequam bem a V_{PT} .

As relações de reforço mútuo entre SDs e V_{PT} também permitem explicar por que, em especial, sementes transgênicas são objetos de direito de propriedade intelectual, mas não aquelas selecionadas tradicionalmente que permitem seu desenvolvimento e que também incorporam conhecimento científico. Novamente, a pesquisa direcionada por SDs sobre sementes transgênicas satisfaz as condições de contorno (EPILs) e seus resultados fortalecem V_{PT} (Lacey, 2006).

Outros exemplos poderiam ser mencionados.⁸⁷ Essas considerações bastam, porém, para evidenciar o poder explicativo da hipótese de reforço mútuo entre SDs e V_{PT} , além dos fatores que explicam a adoção de SDs. A partir delas, pode-se notar igualmente o impacto de SDs em outro ideal da tradição da ciência moderna: a *neutralidade*. Se ela é entendida conforme a definição provisória da seção 2.1, "teorias científicas não devem privilegiar determinados valores em detrimento de outros" cognitivamente e na aplicação, o reforço mútuo entre SDs e V_{PT} demonstra claramente a falsidade da neutralidade na aplicação, embora não falsifique a tese da neutralidade cognitiva uma vez a linguagem destituída de fatores valorativos das SDs -

⁸⁶ A evidência fornecida por Brown de tal exemplo é o estudo metaepidemiológico de Naci & Ioannidis (2013; tradução minha), no qual se lê: "Nossas descobertas refletem o viés contra testes de intervenções de exercícios e destacam o cenário em mudança da pesquisa médica, que parece favorecer cada vez mais as intervenções com medicamentos em detrimento de estratégias para modificar o estilo de vida. O corpo atual da literatura médica restringe amplamente os clínicos às opções de medicamentos". No original: "Our findings reflect the bias against testing exercise interventions and highlight the changing landscape of medical research, which seems to increasingly favour drug interventions over strategies to modify lifestyle. The current body of medical literature largely constricts clinicians to drug options".

⁸⁷ Ver, por exemplo, Elliot (2011, p. 27) sobre pesquisas relacionadas à hormese, Doppelt (2007, pp. 211-213) sobre investigações a respeito do nível de estresse de controladores de tráfego aéreo e Kourany (2020, p. 13) sobre o desinteresse da indústria farmacêutica nos bacteriófagos uma vez que não poderiam ser patenteados.

sem hipóteses mistas na terminologia da seção 2.3.3 - impede que se derive, logicamente, uma perspectiva de valor qualquer (Mariconda & Lacey, 2001, p. 62).

Tendo explicado o poder explicativo da hipótese de reforço mútuo entre SDs e V_{PT} e seu impacto na noção de neutralidade, cabe agora comentar, antes de um exame da reabilitação de tal ideal, quais são os pressupostos que justificariam adotar V_{PT} . Recordar-se que, em M-CV, uma perspectiva de valor qualquer se sustenta a partir de pressupostos sobre a natureza humana e a respeito do que é possível, pressupostos que podem ser investigados empiricamente. Com efeito, uma perspectiva de valor é *viável* se tais pressupostos "(...) são consistentes [i.e., compatíveis] com o conhecimento científico corretamente aceito [i. e., sustentado conforme à imparcialidade]" (Lacey, 2010, p. 36).

Dizer que uma perspectiva de valor é viável no sentido acima não entra em conflito com a neutralidade cognitiva. Ora, uma teoria científica T pode minar determinada proposição p de uma perspectiva de valor V qualquer; não obstante, V pode ser sustentada a partir de outros pressupostos. Assim, T permanece consistente com V, embora possa inviabilizar uma maneira de estruturar V em que p seja um dos pressupostos. Por exemplo, suponha uma perspectiva de valor V_{DH} caracterizada pela defesa de que apenas os seres humanos são dignos de direitos, porque são os únicos animais capazes de raciocínio e de sentir prazer e dor. Resultados científicos corretamente aceitos minaram os pressupostos de V_{DH} ; V_{DH} , contudo, pode ser sustentado a partir de outros pressupostos. Seja como for, a possibilidade da viabilidade para uma perspectiva de valor qualquer indica que ela não é meramente uma preferência pessoal, mas que há razões passíveis de serem investigadas empiricamente que a justificam - responsividade inteligente a razões é, aliás, a definição de racionalidade adotada por Lacey (2022, p. 201). M-CV, portanto, não adota uma postura não cognitivista (Cf. seção 2.1).

De acordo com Lacey (2022, p. 67), quatro são os pressupostos que justificam V_{PT} . Resumidamente, o primeiro sustenta que "(...) o controle é uma postura caracteristicamente humana em relação aos objetos naturais (*ibid.*)". Por sua vez, o segundo e o terceiro têm como principal elemento a tecnologia: o segundo sustenta que o avanço dela serve ao bem-estar das pessoas em geral e a qualquer perspectiva de valor; o terceiro afirma haver soluções tecnológicas para quase todos os problemas e de que não há outra fonte de soluções para eles. Por fim, o quarto elemento sustenta não existirem "(...) possibilidades significativas de realização no futuro previsível para perspectivas de valor que não incluam $\{V_{PT}\}$ (e $\{V_{C\&M}\}$)" (*ibid.*).

Em vez de examinar cada um dos pressupostos que garantiriam ou não a viabilidade de V_{PT} , os autores notam que a investigação deles não é passível de ser feita por SDs. Ora, há itens

de V_{PT} que não se esgotam nas categorias utilizadas por SDs. Por exemplo, a noção de "bem-estar" é carregada de valor (Cf. seção 2.3.3) e as SDs não conduzem pesquisas com tais noções. A investigação dos pressupostos de V_{PT} demandam, assim, pesquisas que fornecem um entendimento completo e não apenas extensivo: pesquisas que, dentre outras características, investigam as relações de determinado objeto com o contexto que o envolve.

Sob pena de reconhecer a falta de justificção de seus próprios pressupostos, SDs requerem pesquisas realizadas por estratégias diferentes delas: as *estratégias sensíveis ao contexto* (SCs). SCs se opõem às SDs ao direcionar a pesquisa de um objeto para além de seu enquadramento em EPILs. Com efeito, elas não dissociam um objeto qualquer de seu contexto socioecológico e mobilizam categorias qualitativas em suas pesquisas. Assim, investigações sobre objetos tais como os riscos de inovações tecnocientíficas demandam SCs, conforme apontarei adiante. No entanto, embora se possa dizer que SCs vão além das SDs, elas se apoiam em resultados das SDs. Ao fazê-lo, SCs não recusam, portanto, resultados corretamente sustentados obtidos pelas SDs.

Um exemplo de pesquisas conduzidas segundo SCs, extensivamente discutido por Lacey (1999; 2006b; 2015a; 2022), são pesquisas em agroecologia. Dentre suas várias características, destaca-se aqui como a pesquisa dela visa a atingir "(...) fins nos quais se incluem a produtividade, a sustentabilidade dos agroecossistemas, a proteção da biodiversidade, a segurança alimentar e a saúde das suas comunidades e seus arredores, e o fortalecimento da sua cultura, agência, valores e bem-estar" (Lacey, 2015a, p. 176).

Pesquisas em agroecologia não se reduzem, assim, à investigação da produtividade de determinada semente em condições específicas e por vezes artificiais. Elas não separam a investigação da produtividade daquela sobre sua distribuição e de seus impactos tanto em ambientes sociais quanto naturais. Ao fazê-lo, elas também promovem determinada perspectiva de valor; diferentemente de V_{PT} promovida por SDs, porém, SCs promovem o que o autor nomeia, baseado em movimentos sociais e seus documentos como Via Campesina (2010), a perspectiva de valor da justiça social, participação democrática e sustentabilidade, V_{JSPDS} (Lacey, 2022, p. 66). Conforme Lacey (2015a), há resultados empíricos que mostram não apenas que a agroecologia, enquanto investigação guiada por SCs, é fecunda no sentido de gerar teorias corretamente aceitas, como também que ela contribui para o fortalecimento de V_{JSPDS} . SCs não são, portanto, meramente possibilidades, mas possuem exemplos concretos e fecundos.⁸⁸

⁸⁸ Outro exemplo de SCs fecunda discutida nos textos de Lacey é a filosofia feminista da ciência (Lacey, 1999, pp. 197-228; Cf. seção 2.3.1). Ver Lacey (2022, p. 95) para menções de outras SCs fecundas.

Em face dessas considerações sobre SDs e SCs e as perspectivas de valor que elas promovem, é possível reabilitar o ideal da neutralidade a partir dos conceitos de inclusividade e equitatividade:

Inclusividade: em princípio, para toda perspectiva de valores {V} (viável e admitida nas atuais sociedades democráticas), existem práticas sociais, nas quais os valores da {V} estão incorporados, e as quais podem ser informadas por *alguns* itens do corpo de conhecimento científico sustentados corretamente de acordo com a imparcialidade, ou que podem utilizar algumas aplicações do conhecimento científico.

Equitatividade: o corpo de conhecimento científico - como um todo - serve aos valores de todas as {V} mais ou menos equitativamente, sem privilegiar algumas {V} em detrimento de outras (Lacey 2022, p. 51).

Conforme o próprio Lacey ressalta após a definição acima, ela é consistente com o fato de que, contemporaneamente e em função da predominância das SDS, as atividades científicas não são inclusivas nem equitativas. Não obstante, resta não meramente a possibilidade de que elas possam ser neutras, mas a motivação e o caminho para tanto: a motivação remete ao direito de "usufruir os benefícios do progresso científico e suas aplicações" (ONU, 1966), cuja concretização pode ser facilitada pela neutralidade assim definida, e o caminho refere-se à defesa de que tanto SDs quanto SCs sejam adotadas. Como a adoção de cada uma delas promove perspectivas de valor distintas, a neutralidade no sentido acima poderia ser crescentemente materializada.

Antes de detalhar a proposta de M-CV para materializar a neutralidade, convém ressaltar que o entendimento acima permite mostrar como também o ideal da autonomia pode ser reabilitado. Com efeito, se antes notei como a adoção de uma estratégia e sua relação de reforço mútuo com uma perspectiva de valor qualquer inviabiliza a definição de autonomia como independente de tais perspectivas, a presença da adoção de várias estratégias pode levar ao entendimento de que a autonomia não deve estar sujeita *desproporcionalmente* à determinada perspectiva de valor. Assim, uma maneira de reabilitar a autonomia seria defini-la como a seguir:

As práticas e instituições científicas deveriam ser livres de interferência externa e de influência desproporcional de qualquer {V} particular, para permitir que (1) as questões de metodologia científica e os critérios para avaliar o conhecimento científico não possam ser resolvidos a partir de qualquer perspectiva ética (religiosa, política, social, econômica) ou de preferências pessoais; que (2) as prioridades de pesquisa, para a atividade científica como um todo, não se tornem moldadas por perspectivas de valor

privilegiadas; e que (3) as instituições científicas sejam constituídas de forma a poder resistir a interferências externas (não científicas) (Lacey, 2022, p. 53).

Nota-se como, assim definida, a autonomia visa resguardar a neutralidade (2), mas também a imparcialidade (1). Ademais, conforme Lacey (*ibid.*), a autonomia pode ser subordinada a juízos advindo de deliberações democráticas para resolver, por exemplo, questões éticas relacionadas à experimentação científica. Pode-se ampliar essa subordinação de modo a acomodar a objeção da ignorância virtuosa (seção 2.3.2), ou seja, de modo tal que questões também relativas aos objetos estudados possam ser assim resolvidas.

4.1.3 Pluralismo estratégico, riscos e princípios

A defesa de que tanto SDs e SCs sejam adotadas nas atividades científicas faz parte da tese do *pluralismo estratégico*, ou seja, "para investigar adequadamente diferentes tipos de objetos/fenômenos, pode ser necessário adotar modalidades fundamentalmente diferentes de estratégias, que podem incluir (...) SCs, bem como (...) SDs" (Lacey, 2022, p. 246). A tese do pluralismo estratégico justifica-se à medida que viabiliza o ideal da neutralidade anteriormente definido, além de reforçar o ideal da abrangência, uma vez que diferentes estratégias investigarão domínios distintos de fenômenos. O pluralismo estratégico, ademais, possui três implicações importantes.

Em primeiro lugar, é importante notar que ele se opõe à tecnociência comercialmente orientada, isto é, a interpretação das atividades científicas em que apenas se pode adotar SDs, cuja adoção está em relação de reforço mútuo com V_{PT} à luz de $V_{C\&M}$, e que são comumente adotadas em democracias representativas - ainda que V_{PT} e $V_{C\&M}$ por vezes conduzam ao enfraquecimento de instituições científicas e de valores democráticos (Lacey, 2021). Amparada no reconhecimento das consequências deletérias de tais perspectivas de valores (Cf. Capítulo 5), o pluralismo estratégico não apenas promove perspectivas de valores conflitantes com V_{PT} e $V_{C\&M}$ ou aquelas em que V_{PT} e $V_{C\&M}$ estarão subordinados a outros valores, como também fortalece a democracia participativa dado o papel de valores como a participação democrática em SCs - o inverso (a democracia participativa fortalece o pluralismo estratégico) também ocorre (Lacey, 2021).

Entretanto, conforme aponta Kourany (2013, p. 101), poder-se-ia alegar que a oposição acima do pluralismo estratégico é demasiado fraca para enfrentar o *status quo* da tecnociência comercialmente orientada. Essa objeção ressalta a necessidade de sublinhar que, conforme

interpreto, o pluralismo estratégico de M-CV é uma proposta a curto e médio prazo: é preciso reformar crescentemente as atividades científicas de acordo com o pluralismo estratégico, ampliando os poucos espaços por ora propícios às SCs; mas, no longo prazo e com base em mais pesquisas SCs, talvez os próprios ideais da tradição científica precisem ser alterados. O pluralismo estratégico é, assim, uma proposta adaptativa para as atividades científicas.

O pluralismo estratégico fornece, em segundo lugar, as condições para um diálogo de saberes entre a ciência e o *conhecimento* tradicional e indígena, o que não é possível na interpretação das atividades científicas como apenas conduzidas segundo SDs (Lacey, 2022, pp. 343-380). Grosso modo, a impossibilidade de tal diálogo na interpretação oposta ao pluralismo estratégico se dá em razão da tese de que apenas as SDs geram conhecimento; como tais formas de conhecimento, em geral, não as utilizam, elas não seriam legítimas. O pluralismo estratégico, por sua vez, abre espaço para interpretar conhecimentos tradicionais e indígenas como gerados por outros tipos de SCs ou mesmo para entender o pluralismo estratégico como um conjunto de saberes (*ibid.*, p. 368).

Em terceiro lugar, o pluralismo estratégico tem consequências para a análise de riscos. De acordo com Lacey (2022, p. 101), como quase a totalidade das instituições de regulamentação incorporam uma concepção de ciência em que SDs são exclusivas, a análise de riscos de inovações tecnológicas é também moldada por tais estratégias. Desse modo, são apenas realizadas o que o autor chama de análises de risco padrão (ARPs), as quais desconsideram fatores contextuais dos objetos e situações nas quais não é possível estimar a probabilidade de determinado risco. Guiadas por SDs e sua relação de reforço mútuo com V_{PT} , tais análises operam como se obedecessem ao *princípio da legitimidade presumida da introdução e dos usos das inovações tecnocientíficas no mundo da vida* (PLT):

Ceteris paribus, a menos que exista evidência científica forte, obtida em ARPs (certificadas, por especialistas relevantes, como suficiente), de que há riscos de prejuízo sério (que não podem ser administrados adequadamente por regulações e procedimentos para a sua execução), é legítimo implementar, sem demora, aplicações eficazes do conhecimento científico bem estabelecido na TC (Lacey, 2022, p. 103).

Em Lacey (2022), o autor afirmar não ter encontrado alguma apresentação explícita desse princípio. Ele sustenta, porém, que PLT é, de certo modo, uma antítese ou trivialização do princípio da precaução (PP). Ora, justamente como uma antítese a PP, Max More (2013, p. 264), um dos filósofos contemporâneos entusiastas do transhumanismo, formulou o que ele chama de princípio pró-ação (*proactionary principle*). Dentre seus elementos, destaco:

comprometimento com a inovação tecnológica, aplicação dela ao melhoramento da condição humana e defesa do progresso. Fica evidente a similaridade de seu princípio com PLT e elementos de V_{PT} , reforçados por SDs.

Diferentemente, as análises de riscos sob SCs operam em condições que SDs não satisfazem: quando há, por exemplo, incerteza significativa da ocorrência de um risco ou quando fatores além daqueles investigados por SDs precisam ser investigados. Nessas ocasiões, PP seria o princípio mais adequado.⁸⁹ Em MC-V, portanto, PP emerge como uma antítese a PLT e cumpre funções epistêmicas, procedimentais e decisórias (Cf. capítulo 1 para as três interpretações do PP).

Mais precisamente, o PP de M-CV cumpre funções epistêmicas ao prescrever quais estratégias devam ser adotadas para pesquisas sobre a legitimidade de inovações tecnocientíficas, quais prioridades instituições científicas devem adotar, e, enfim, na avaliação da seriedade do dano a partir da V_{JSPDS} . O PP de M-CV cumpre funções procedimentais ao prescrever que decisões controvertidas em relação ao PP (*e.g.*, hierarquia de valores na avaliação da seriedade do risco, duração do adiamento de uma inovação, quais estratégias de pesquisa serão utilizadas) devam ser resultantes de deliberações democráticas em que haja representantes de todas as perspectivas de valor racionalmente viáveis e sustentadas na sociedade. Por fim, o PP cumpre funções enquanto regra de decisão ao prescrever intervenções para evitar ou diminuir o dano de determinadas inovações tecnocientíficas (Lacey, 2022, pp. 106-107, 185-189).

Ao recomendar e incorporar pesquisas conduzidas por estratégias SCs, o PP reforça o pluralismo estratégico e, conseqüentemente, o ideal da neutralidade. O PP não se opõe, portanto, a ele. No entanto, como as condições às quais o PP se aplica são de significativa incerteza, não é possível em aplicações do PP sustentar determinado juízo de acordo o ideal da imparcialidade, senão apenas realizar endossamentos. Isso não significa, porém, que o ideal da imparcialidade deixa de ser um ideal viável para as atividades científicas; significa apenas que, nas condições em que o PP é utilizado, tal ideal não é exequível. Se as condições às quais o PP se aplica apenas permitem endossamentos e, então, a presença de valores nelas é inescapável, emerge a questão de como tais valores devem operar nos endossamentos e quem deve realizá-los, temas próximos ao conceito de risco indutivo (seções 2.3.4 e 3.3).

⁸⁹ Lacey adota com frequência a definição do PP dada pela Comissão Mundial sobre Ética da Ciência e da Tecnologia da Unesco (Comest) (Cf. Capítulo 1).

4.1.4 O modelo das interações e o risco indutivo

Em relação à primeira questão (*i.e.*, como valores devem operar nos endossamentos), Lacey (2015, p. 5; 2022, p. 75) defende que valores não constituem evidência para alguma alegação P, mas cumprem a função de analisar quão suficiente é a evidência para o que se está alegando. Retomando a tipologia de momentos da atividade científica (seção 4.1.2), valores com essa função estariam presentes em M5, mas não em M3. O juízo acerca de quão suficiente é uma evidência para P depende da avaliação ética das consequências de P: quanto mais problemáticas são as consequências de P, mais forte deve ser a evidência para a alegação. Assim, Lacey (2015, p. 5) concorda explicitamente com Douglas (2009) no que diz respeito à distinção entre papéis diretos e indiretos para valores na avaliação de riscos indutivos.⁹⁰

O papel de tais valores é indireto quando eles auxiliam no juízo de quão suficiente deve ser determinada evidência para uma alegação empírica qualquer. Por sua vez, valores possuem um papel direto quando constituem razões para decisões. Apenas o papel indireto de valores é legítimo no momento de avaliar uma teoria, uma vez que o papel direto em tal momento levaria a casos de pensamento desejoso. Recordar-se a terminologia de Lacey ao definir a imparcialidade: não é permitido o papel de valores "ao lado de valores cognitivos" (papel direto) na sustentação e rejeição correta de T (Lacey, 2022, p. 44; ênfase do autor), mas é permitido seu papel, digamos, abaixo de valores cognitivos ao indicar o padrão de suficiência a ser adotado na avaliação de uma hipótese, mas não, novamente, na avaliação propriamente dita de que a hipótese atingiu esse padrão (Cf. também Lacey, 1999, p. 73).

Por fim, é importante mencionar que juízos de suficiência de evidência para determinada alegação são particularmente importantes ao se investigar a ausência de efeitos colaterais sérios de aplicações, bem como a existência de alternativas melhores. Em outras palavras, eles são cruciais para decisões sobre a *legitimidade* de aplicações (Lacey, 2003, p. 140).

⁹⁰ Embora a distinção a seguir não interfira em minha argumentação, é importante, para fins de precisão, ressaltar que Douglas (2009) divide valores em três tipos (éticos, sociais e cognitivos) e não apenas dois (cognitivos vs. não-cognitivos), como Lacey. A caracterização de valores éticos e sociais se assemelha àquela do M-CV. Valores cognitivos para Douglas (2009, p. 92; tradução minha), todavia, constituem " (...) aspectos do trabalho do cientista que o ajudam a pensar através dos aspectos evidenciais e inferenciais de suas teorias e dados". Exemplos de valores cognitivos são: simplicidade, poder explicativo, escopo, consistência externa da teoria, precisão preditiva e fecundidade. Nota-se nessa lista de valores cognitivos a ausência de adequabilidade empírica e consistência interna. Isso ocorre porque, para Douglas, ambos são elementos que todo trabalho científico deve possuir. Eles são, mais precisamente, critérios epistêmicos e não valores: eles são condições necessárias, embora não suficientes, para que se haja ciência.

No que concerne agora à segunda questão (*i.e.*, quem deve realizar endossamentos), Lacey tece considerações ligeiramente diferentes em Lacey (2011) e (2015), mas ambas partem do seguinte pressuposto que o diferencia de autores que mobilizam em maior grau o argumento do risco indutivo: para Lacey (2011, p. 493; 2015, p. 6), cientistas não têm autoridade especial em relação a endossamentos e aos juízos de valor envolvidos neles - note a diferença com Douglas (seção 2.3.4). Mesmo quando há consenso de cientistas em relação a algum endossamento, esse pode ser o caso porque perspectivas de valor predominantes os impediram de considerar evidências advindas de estratégias alternativas ou fizeram que desconsiderassem juízos de suficiência por perspectivas de valor distintas (Lacey, 2015, p. 6).

Com base nisso, em Lacey (2011, p. 498) é proposto que endossamentos devam ser feitos por instituições democráticas, restringindo o papel dos cientistas à realização de uma investigação o mais imparcial relativa aos riscos em questão, ao fornecimento dos resultados dessa investigação, e à crítica dos endossamentos quando desconsiderarem os resultados das investigações imparciais. Grosso modo, a ideia básica subjacente é uma extensão do ideal da imparcialidade, antes aplicado a juízos de sustentação, à realização de uma investigação.

Mais precisamente, pode-se entender uma investigação imparcial como (i) aquela em que as questões adequadas para a sustentação correta e, assim, imparcial de uma hipótese sejam tratadas ou (ii) aquela em que, não sendo (i) possível, tem (i) no horizonte. Ter (i) no horizonte implica não tomar decisões na pesquisa que impeçam a realização "eventual da imparcialidade" (*ibid.*, p. 494), como desenhos de experimentos que favorecem determinadas hipóteses. Além disso, uma investigação imparcial nos contextos de endossamentos deverá, conforme Lacey (*ibid.*, pp. 495-497), levar em conta as cinco considerações seguintes:

(1) Dada a possibilidade real (e não apenas lógica) de que endossamentos sejam falsos, uma investigação imparcial de riscos requer o monitoramento das consequências das decisões adotadas, o que facilita gestões adaptativas (Cf. Murray & Marmorek, 2004); (2) Em cenários de alta incerteza, é preciso reconhecer os limites de predições probabilísticas, sejam elas expressas quantitativa ou qualitativamente. Apesar desses limites, cientistas podem contribuir com a realização de análises de cenários, isto é, análises que mapeiam possibilidades futuras relativas a vários cursos de ação (e não apenas o melhor ou pior cenário de um curso específico) e avaliam quais deles estão menos suscetíveis à incerteza e de que modo eventos inesperados podem afetá-los (Lacey, 2011, p. 496; Mitchell, 2009, pp. 90-97)⁹¹. (3) A análise de cenários deve levar em conta fatores sociais, econômicos, e políticos, além de adotar uma variedade de

⁹¹ Mitchell (2009) cita a abordagem *robust adaptive planning* (Lempert *et al.*, 2006) como uma maneira de especificar análises de cenário.

metodologias. (4) Qualquer risco plausível deve, em princípio, ser investigado. Por fim, (5) a análise de cenários deve também ter como objeto alternativas sugeridas ao objeto desencadeador da análise de riscos.

Lacey (2015, p. 7; tradução minha)⁹², por sua vez, defende que a responsabilidade dos cientistas em contextos de *endossamentos feitos democraticamente*, isto é, feito no curso de deliberações democráticas, envolve (i) comunicar hipóteses relevantes corretamente sustentadas, (ii) ser sincero a respeito de quais endossamentos são sérios ou não, (iii) participar de pesquisa inclusiva, "(...) disponibilizando o máximo possível de dados relevantes, ajudando a interpretá-los com precisão e garantindo que incluam dados que os interesses por trás da inovação tecnocientífica preferem não obter e deixar de lado".

(i) refere-se à comunicação de hipóteses corretamente sustentadas, isto é, avaliadas conforme o ideal da imparcialidade quando as condições para tanto são possíveis. (ii), diferentemente, permite a realização de endossamentos para cientistas desde que tais endossamentos sejam sérios. Uma hipótese P é *seriamente endossada* se, e só se, ela, primeiro, resulta de uma pesquisa inclusiva e, segundo, é sujeita à crítica com base na evidência mais forte que pode ser obtida no tempo disponível e com base em evidências consideradas relevantes pelos críticos. Uma pesquisa é *inclusiva* se nela participam pessoas representantes das variadas perspectivas de valor em uma sociedade democrática e na qual as questões que conduzem ao ideal da imparcialidade possuem destaque (*e.g.*, que tipos de dados empíricos são relevantes para P? os dados são suficientes para que se sustente P? dados que poderiam refutar P foram obtidos? respostas adequadas foram dadas aos críticos e a teorias alternativas e estratégias?) (Lacey, 2015).

Apesar das diferenças, pode-se interpretar o papel dos cientistas em contextos de endossamentos para Lacey a partir da tipologia de Pielke (2007, p. 14) sobre papéis idealizados para cientistas na tomada de decisão. Com efeito, Lacey parece recomendar o papel do "corretor honesto de alternativas políticas" para cientistas, ou seja, aquele que busca ampliar o escopo de alternativas possíveis para uma política conforme diferentes juízos de valor existentes e diferentes cursos de ação, em oposição ao "defensor de uma perspectiva", que explicitamente advoga uma posição política específica (um endossamento) e pode ser exemplificado na proposta de Douglas e de alguns defensores do argumento do risco indutivo.

⁹² No original: "(...) making available as much of the relevant data as possible, helping to interpret it accurately, and ensuring that it includes data that the interests behind technoscientific innovation prefer not to procure and to leave out of the picture".

Desse modo, ainda que cientistas possam realizar endossamentos, desde que sérios e satisfazendo às condições elencadas acima, sua função principal não é essa na proposta de M-CV. Desse modo, M-CV acomoda com tal ressalva tanto o argumento do risco indutivo quanto a definição de precaução epistêmica dada no capítulo anterior. Mais importantemente, pode-se entender que as funções epistêmicas do PP no M-CV (*e.g.*, avaliação da seriedade de um dano guiada pela perspectiva de valor V_{JSPDS}) correspondem - com a ressalva acima - à precaução epistêmica definida na seção 3.3. Essa correspondência não apenas ilumina o papel do PP em M-CV e nas SCs, como também será crucial para a definição de ciência precautória na próxima seção. Igualmente será crucial a ressalva mencionada no momento de lidar com as objeções à ciência precautória definida via M-CV (seção 4.3).

4.2 Ciência precautória via o modelo das interações

4.2.1 A perspectiva de valor da ciência precautória

Em posse dos recursos teóricos fornecidos pelo M-CV e das análises anteriores sobre o PP, a ciência precautória e a precaução epistêmica, pode-se antecipar três elementos da definição de ciência precautória. Em primeiro lugar, como é possível depreender de sua sistematização no capítulo 3, a ciência precautória será aquela ciência relevante para políticas públicas e para o exercício da responsabilidade dos cientistas realizada por SCs, em meio ao pluralismo estratégico. Em consequência de ser realizada por SCs, e eis o segundo elemento, haverá na ciência precautória a presença da precaução epistêmica (seção 3.3). Por fim, terceiro elemento, defini-la via M-CV demanda que se especifique com qual perspectiva de valor ela está em relação de reforço mútuo. Nas discussões sobre agroecologia enquanto SCs, Lacey (2022) refere-se à perspectiva de valor da justiça social, participação democrática e sustentabilidade (V_{JSPDS}). Mas, em sua análise das abordagens feministas em filosofia da ciência, ele mobiliza o valor do aumento da agência humana (Lacey, 1999, p. 201). Assim, cabe encontrar qual perspectiva de valor é adequada ao presente contexto.

Em função de seu escopo e de sua relação com o PP, a ciência precautória está mais próxima da agroecologia do que das abordagens feministas em filosofia da ciência. Não à toa, valores próximos à V_{JSPDS} são comumente mencionados. O valor da sustentabilidade é explicitamente citado, por exemplo, por Steele (2006), cuja definição do PP foi apresentada no capítulo 1, mas também por outros autores, como Martins (2012, p. 204) e Mckinney e Hill (2000); o valor da participação democrática é constantemente mencionado nas prescrições da

ciência precautória tanto para que se manifeste na prática de cientistas ("decidir o tema de pesquisa em diálogo com o público interessado") quanto para que seja incorporado em instituições ("envolver o público no processo decisório de alguma medida relacionada ao princípio da precaução"); o valor da justiça, finalmente, já é mais problemático no contexto da ciência precautória.

Com efeito, embora ele possa ser visto na prescrição de ter como objeto de pesquisa subgrupos mais vulneráveis dentro de grupos em risco, uma vez que ela pode ser explicada recorrendo-se ao valor da justiça distributiva (determinados grupos não podem estar expostos desproporcionalmente a alguma ameaça), ele não consegue abarcar (in)justiças feitas à parte não humana da natureza, tema importante para o PP e a ciência precautória. Nesse sentido, há que se buscar alguma definição de justiça que também leve em conta justiça à natureza, como algumas definições de justiça ambiental e justiça ecológica.

Além dessa dificuldade com o valor da justiça, o próprio valor da sustentabilidade enfrenta obstáculos importantes. De fato, tal valor tem sido interpretado de maneiras não apenas distintas, mas também conflitantes. Sinal disso é sua variedade terminológica (*e.g.*, "sustentabilidade fraca vs. sustentabilidade forte"⁹³, "desenvolvimento sustentável") e seu uso por agentes do setor privado predominantemente preocupados com a viabilidade econômica de seus projetos. Vucetich e Nelson (2010, p. 540; tradução minha)⁹⁴ resumem a situação do seguinte modo: "(...) sustentabilidade pode significar qualquer coisa desde 'explore tanto quanto desejado sem infringir a capacidade futura de explorar tanto quanto desejado' a 'explore o mínimo necessário para manter uma vida significativa'".

Uma possível saída do impasse acima relativo à sustentabilidade é reter o seu elemento mais recorrentemente citado por autores ligados ao PP e à ciência precautória: a preocupação para com os interesses das gerações futuras (*e.g.*, Attfield, 1994, p. 155; Lemons *et al.*, 1997, p. 230; Steel, 2015, pp. 120-143; Steele, 2006), preocupação incorporada em valores como a imparcialidade intergeracional. Desse modo, os seguintes valores parecem ser relevantes à ciência precautória: justiça ambiental, imparcialidade intergeracional e participação democrática. Na sequência, irei desenvolvê-los para, em seguida, definir a ciência precautória.

Justiça ambiental. A ideia básica subjacente à justiça ambiental é a reivindicação de que determinados grupos ou minorias não estejam sujeitos desproporcionalmente a riscos e benefícios ambientais. Sua origem é comumente remontada a um movimento social no início

⁹³ Cf. Norton (2017) para tal distinção.

⁹⁴ No original: "(...) sustainability could mean anything from 'exploit as much as desired without infringing on future ability to exploit as much as desired' to 'exploit as little as necessary to maintain a meaningful life'".

da década de 1980 nos Estados Unidos (Warren County, Carolina do Norte), quando ativistas protestaram contra a instalação de um depósito de lixo tóxico em uma comunidade majoritariamente composta por pessoas pretas e de baixa renda. Nos anos seguintes, não apenas os termos "racismo ambiental" e "justiça ambiental" são cunhados, como também o movimento social relacionado à justiça ambiental se expande geográfica e tematicamente, logrando diversas medidas políticas e obtendo evidências robustas sobre sua motivação principal (Agyeman *et al.*, 2016; Cf. Acselrad, 2010 para a formação da Rede Brasileira de Justiça Ambiental).

Uma das expansões temáticas do movimento foi ampliar o escopo da justiça ambiental da relação entre humanos (*e.g.*, raça, classe) e o ambiente (*e.g.*, exposição a riscos ambientais) para (in)justiças feitas à parte não humana da natureza, como danos a determinados ecossistemas ou partes deles. Tal expansão é geralmente coberta pelo conceito de justiça ecológica e levanta a importante questão a respeito da natureza possuir um valor intrínseco, como alegam as correntes em ética ambiental conhecidas como biocentrismo e ecocentrismo, em vez de instrumental, como alegam as correntes antropocêntricas (Cf. Lourenço, 2019).

Não podendo adentrar nesse clássico debate em ética ambiental, noto que tanto o PP quanto a ciência precautória são mobilizados por agentes que endossam correntes diversas sobre o valor da natureza. Por exemplo, Høyer (2012, p. 177) mobiliza uma versão de ecocentrismo, Stirling & Gee (2002, p. 526) mencionam o biocentrismo, e o documento da Comest (2005, p. 20) menciona que tanto posições antropocêntricas como não antropocêntricas dão apoio ao PP. A única corrente não mencionada é aquela chamada na literatura por antropocentrismo forte, em que: "(...) todo valor contido por ela for explicado por referência a satisfações de preferências sentidas por indivíduos humanos" (Norton, 1984; tradução minha)⁹⁵. O antropocentrismo forte se opõe ao antropocentrismo fraco que, embora também tenha como referência preferências de indivíduos humanos, há restrições para quais "preferências sentidas" possam ser satisfeitas.

Dado o cenário acima, pode-se defender que o PP e a ciência precautória não demandam alguma noção de justiça ambiental de alguma corrente de ética ambiental específica. De fato, parece razoável defender que uma definição que consiga abarcar correntes que não pressuponham o antropocentrismo forte (ou seja, antropocentrismo fraco, biocentrismo e ecocentrismo) e que englobe a motivação da justiça ecológica seria a definição ideal para esse

⁹⁵ No original: "(...) if all value contained by it is explained by reference to satisfactions of felt preferences of human individuals"

contexto⁹⁶. David Schlosberg (2007) propõe justamente uma tal definição. Para cunhá-la, ele dialoga tanto com a literatura especializada quanto com movimentos de justiça ambiental de vários países. Com base nisso, sua definição é baseada em quatro elementos que se interrelacionam: distribuição, reconhecimento, participação e capacidade.

O elemento da distribuição é o elemento mais recorrente em definições de justiça ambiental, e refere-se ao modo de distribuir equitativamente riscos e benefícios ambientais em determinada sociedade. Quando tais riscos e benefícios não estão distribuídos equitativamente, tem-se casos de injustiça ambiental, como no rompimento da barragem da Vale em Brumadinho (MG) em que a população não branca foi a mais atingida (Milanez *et al.*, 2019), no fato de 83% dos municípios brasileiros com barragens de mineração em situação de alerta terem população majoritariamente negra (Rosário, 2023), ou no já mencionado caso do depósito de lixo tóxico em Warren County, Estados Unidos.

Para Schlosberg (2007, pp. 11-41) é preciso, porém, ir além de questões de distribuição. Amparando-se nos trabalhos de filósofos políticos como Nancy Fraser (1998), o autor destaca a necessidade de se levar também em conta o papel do reconhecimento em situações de justiça. Entendendo a falta de reconhecimento seja psicologicamente, como um dano a autoestima de indivíduos ou comunidades, seja de modo institucional, como uma relação institucionalizada de subordinação social, considera-se que ela é uma das origens para a distribuição desigual de riscos. O conceito de reconhecimento possibilita, contudo, abarcar mais injustiças tais como aquelas presentes em práticas que tornam um ente invisível e no desrespeito, práticas que ferem o *status* de algo. Assim entendido, Schlosberg (2007, pp. 131-141) expande o escopo do conceito de reconhecimento para a natureza, uma vez que, dentre outras razões, também é possível visualizar as práticas acima mencionadas em relação ao mundo natural. Nas palavras de Schlosberg (2007, p. 140; tradução minha)⁹⁷:

Nas causas e nas discussões em torno das mudanças climáticas globais, por exemplo, vemos todas as formas de reconhecimento errado [*misrecognition*] prejudiciais ao *status* – a dominação da natureza pelas indústrias extrativas, a invisibilidade da natureza no planejamento político (mesmo com advertências iniciadas décadas atrás), e a depreciação do mundo natural nas discussões sobre a mitigação dos impactos nas comunidades humanas em detrimento da natureza.

⁹⁶ Em função disso, o PP parece ter uma forte conexão com o pragmatismo ambiental (Light, 2009).

⁹⁷ No original: "In the causes of, and discussions surrounding, global climate change, for example, we see all forms of status-injurious misrecognition—the domination of nature by extractive industries, the invisibility of nature in political planning (even with warnings beginning decades ago), and the disparaging of the natural world in discussions of the mitigation of impacts on human communities at the expense of nature. "

A ausência de reconhecimento tem como consequência a falta de participação das partes interessadas na formulação e aplicação de alguma política pública. Em razão disso, o elemento da participação na tomada de decisão, baseada no acesso às informações adequadas, é crucial para que se tenha justiça ambiental. Ademais, conforme o próprio autor menciona, tem sido crescente em movimentos de justiça ambiental a defesa da participação também na pesquisa científica (Schlosberg, 2007, p. 70). Trata-se de um espaço importante para a participação, uma vez que muitas vezes não há evidência científica relativa a alguma injustiça ambiental que uma comunidade esteja ou venha a sofrer; o envolvimento do público na pesquisa pode, então, mitigar esse problema e inclusive possibilitar decisões de fato bem-informadas (Cf. Ottinger, 2013).

Embora Schlosberg não desenvolva esse aspecto da participação do público nas atividades científicas, cabe destacar que ele pode ocorrer de várias maneiras. No capítulo anterior, mencionei as conferências de consenso, as quais são classificadas por Elliot (2017, p. 159) como abordagens de cima-para-baixo. Abordagens de baixo-para-cima incluem pesquisas cobertas pelo rótulo "ciência cidadã", que incluem a participação do público junto a cientistas em alguns(s) ou todos os momentos da atividade científica, ou mesmo formas de pesquisa em que cientistas são apenas consultados eventualmente a critério da comunidade que controla todo o processo da pesquisa, como ocorre nas pesquisas pertencentes e geridas pela comunidade (*community-owned and managed research*)⁹⁸.

Portanto, o elemento da participação na definição de justiça ambiental de Schlosberg consegue acomodar o valor da participação democrática tanto para que se manifeste nas atividades científicas quanto para que seja incorporado em instituições. Ainda em relação a esse aspecto, cabe por fim mencionar que ele igualmente advoga que os interesses de entes que não podem representar a si mesmos (gerações futuras, animais não humanos, ecossistemas etc.) em instituições sejam considerados através de espécies de procuradores, como no caso de um protesto em Nova York contra a instalação de um lixão feito por um grupo autointitulado "avós do futuro" (Schlosberg, 2007, pp. 193-194).

⁹⁸ Schlosberg (2007, p. 70) cita apenas pesquisas participativas baseada na comunidade (*community-based participatory research*), as quais envolvem o público em todos os momentos da atividade científica. Tais pesquisas são, porém, um caso específico de ciência cidadã, daí ter preferido usar tal termo. Mais precisamente, se as pessoas interessadas em ciência participam necessariamente da coleta de dados, tem-se a forma *contributória* de ciência cidadã. Se, além dela, elas estão envolvidas na análise das amostras e dos dados, tem-se a forma *colaborativa* de ciência cidadã. Finalmente, se, além das etapas anteriores, os interessados também estão presentes nas demais etapas da atividade científica (*e.g.*, formulação da questão de pesquisa, levantamento de hipóteses, discussão dos resultados), tem-se a forma *cocriada* de ciência cidadã (Bonney *et al.*, 2009) - justamente o caso das pesquisas citadas por Schlosberg.

O último elemento da definição de Schlosberg de justiça ambiental também engloba entes humanos e não humanos. Grosso modo, a partir da abordagem das capacidades (*capabilities*, neologismo obtido da junção de capacidades e habilidades) desenvolvida por Amartya Sen (1985) e Martha Nussbaum (2013), pode-se entender que há qualidades das quais se depende para ter uma vida totalmente funcional. Caso um limiar mínimo de tais qualidades não seja atingido, tem-se um caso de injustiça. Embora Sen seja reticente quanto a estabelecer uma lista com tais qualidades, Nussbaum apresenta uma lista do gênero com a ressalva de ser aberta a outros elementos e revisável. Ela contém dez capacidades: (1) vida, (2) saúde física, (3) integridade física, (4) sentidos, imaginação e pensamento, (5) emoções, (6) razão prática, (7) afiliação, (8) outras espécies, (9) lazer, e (10) controle sobre o próprio ambiente (Nussbaum, 2013, pp. 91-93).

Alguns dos itens acima são prontamente aplicados a indivíduos e grupos humanos, mas a própria Nussbaum propõe uma lista semelhante para animais não humanos que possuam consciência (Schlosberg, 2007, p. 144). Schlosberg (*ibid.*) vai além ao propor que tais capacidades também se apliquem a outros entes do mundo natural. Um rio, por exemplo, pode ser visto como um sistema que tem sua funcionalidade comprometida quando sua integridade física (3) é ameaçada (*ibid.*, p. 149). Nesse e em outros casos parecidos, a definição de integridade física teria que ser adequada ao ente em questão. Não obstante, a abordagem das capacidades permanece uma abordagem capaz de lidar com problemas do gênero.

Imparcialidade intergeracional. A imparcialidade intergeracional refere-se à tese de que os interesses das gerações presentes e futuras sejam tratados de maneira imparcial, isto é, tais interesses não podem ser tratados de modo distintos unicamente pela razão de estarem em tempos distintos. Apesar de intuitiva, tal tese enfrenta vários obstáculos importantes principalmente na área de Ética (Cf. Meyer, 2021). No entanto, há uma definição dela especificamente cunhada para o contexto do PP que contorna tais debates e é suficiente para os propósitos desta tese. Trata-se do desenvolvimento dada a ela por Steel (2015).

Para bem entender as discussões relacionadas aos interesses de gerações em tempos distintos e a proposta de Steel, cabe evidenciar como essa discussão se dá na área da Economia a partir do tema do desconto. Grosso modo, a ideia básica subjacente ao desconto é a suposta preferência de agentes econômicos receberem um valor x hoje a receberem x a daqui algum tempo, tudo o mais constante. A motivação para isso é que, com o valor x no presente, o agente pode, por exemplo, investi-lo na poupança e obter um valor maior em alguns anos. Inversamente, o valor x a daqui algum tempo vale menos hoje, porque, até receber x , o agente

pode não ter mais condições, em particular, de usufruir do valor x : x daqui algum tempo tem, portanto, seu valor atual reduzido.

O quão reduzido é definido pela equação abaixo (amplamente utilizada em análises de custo-benefício), em que x é algum benefício ou custo, t representa unidades de tempo, $PV(x_t)$ representa o valor de obter x no tempo t , e r é a taxa de desconto:

$$(4.1) \quad PV(x_t) = x_t / (1 + r)^t$$

Para fins de ilustração, suponha um benefício x mensurado no valor de R\$2.000,00, uma unidade t em anos e uma taxa de desconto no valor de 0,1. O valor atual de R\$2.000,00 em cinco anos seria de R\$1.241,85. Em outras palavras, a fórmula do desconto converte uma quantia futura na quantia equivalente no tempo presente que precisaria ser investida para resultar naquele valor futuro. O problema é que, conforme Steel (2015, p. 123), altas taxas de desconto minimizam a importância de custos e benefícios futuros, podendo impedir a realização de medidas adequadas. Nas palavras de Ilana Ferreira e Denise Imbroisi (2018, p. 924):

Como ao longo do tempo há uma diminuição da representatividade de um valor monetário (cem reais hoje nos trariam maior satisfação do que cem reais em 5 anos), os impactos que foram transformados em unidade monetária também terão seu valor reduzido ao longo do tempo. Implicitamente, o processo de desconto leva a uma maior valorização da geração presente em detrimento das gerações futuras.

Urge, então, refletir sobre a escolha da taxa de desconto. Grosso modo, o debate sobre ela se dá a partir de abordagens descritivas ou prescritivas. De maneira simplificada, abordagens descritivas defendem que a escolha da taxa de desconto deve se basear em como agentes econômicos descontam, na prática, valores futuros. Por outro lado, abordagens prescritivas postulam que qualquer escolha específica da taxa de desconto depende de pressupostos sobre justiça e equidade; autores dessa segunda abordagem são, em geral, a favor da tese segundo a qual o interesse de todas as gerações seja tratado de modo equitativo, posição conhecida como equidade intergeracional (Arrow *et al.*, 1995). Steel (2015), por sua vez, defende a tese da *imparcialidade intergeracional*, a qual se baseia, como irei expor a seguir, em argumentos distintos da equidade intergeracional. Para entendê-la, é necessário antes atentar-se à fórmula mais comum para definir a taxa de desconto, dada por Frank Ramsey (1928):

$$(4.2) \quad r = \rho + \eta g$$

Como na fórmula anterior, r representa a taxa de desconto e, conforme a nomenclatura de Steel (2015, p. 124), ρ representa a taxa pura de preferência temporal (desvalorização do futuro apenas por ser futuro), η representa a elasticidade da utilidade marginal e g representa a taxa de crescimento do consumo; para os propósitos dessa tese, cumpre apenas assinalar que η e g representam, grosso modo, quão mais ricas gerações futuras serão que as presentes (g) e quanto uma geração está disposta a transferir renda para outra (η).

Na proposta de Steel (2015, p. 125), ρ deve ser igual a zero. Isso significa que valores futuros não podem ser descontados pela única razão de estarem no futuro. Não obstante, ρ ser igual a zero não implica que a taxa de desconto seja também zero: ηg pode ser diferente de zero e, então, r . Assim, a recomendação de Steel é compatível com uma escolha da taxa de desconto diferente de zero, casos específicos em que o aumento futuro de riquezas *pode* mitigar a severidade de alguns tipos de perdas. De todo modo, o argumento de Steel (2015, pp. 136-143) para $\rho = 0$ depende das noções de plano sequencial, plano sequencialmente justificável e razões discriminatórias.

Um *plano sequencial* é um plano com a peculiaridade de consistir em várias etapas a serem executadas em um longo período. Planos dessa espécie são comuns na seara ambiental. Por exemplo, um dos dispositivos do Acordo de Paris é a criação de planos de longo prazo por cada país; o Brasil, em particular, se comprometeu a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa em até 43% até 2030. Pesquisas de monitoramento a longo prazo também podem ser entendidas como planos sequenciais. Uma das dificuldades de se levar a cabo tais planos é o fato de que os agentes responsáveis por sua implementação inicial não podem, simplesmente, controlar agentes futuros para que estes sigam tomando as medidas acordadas.

De onde a relevância de que tais planos sejam sequencialmente justificáveis. Um plano é *sequencialmente justificável* se, e só se, puder ser justificado para os agentes que o implementam em todas suas etapas; em outras palavras, desde que boas razões possam ser oferecidas em cada etapa para que o plano siga executado. Embora não forneça uma abordagem positiva que reúna exhaustivamente quais seriam tais razões, Steel define um tipo específico de razão que inviabiliza planos sequencialmente justificáveis, a saber, razões discriminatórias.

Razões discriminatórias dependem do conceito de razões relativas-ao-agente e razões inversoras de ônus (*burden shifting reasons*). Uma razão R é *relativa-ao-agente* para uma pessoa A no caso em que R é uma razão para A agir de certo modo, mas não necessariamente R é uma razão para que outros ajam assim. Por exemplo, eu gostar do aroma do café é uma razão (R) para eu tomá-lo, mas esse não é necessariamente o caso para outros. Por sua vez, uma

razão R é *inversora de ônus de uma pessoa A para outra B* se é uma razão para transferir custos de A para B.

Tanto razões relativas-ao-gente quanto inversoras de ônus não geram, necessariamente, dificuldades para planos sequencialmente justificáveis. No primeiro caso, uma geração pode assumir custos maiores para mitigar determinado dano ambiental do que aqueles que se espera de gerações futuras; isso, porém, não seria uma razão para gerações futuras deixarem de seguir o plano. No segundo caso, algumas pessoas ou grupos podem arcar com maiores custos por conta de questões de justiça distributiva sem que isso, novamente, prejudique planos sequencialmente justificáveis.

Para Steel (2015, p. 138), planos sequencialmente justificáveis seriam comprometidos por razões discriminatórias: R é uma *razão discriminatória contra uma pessoa B* se, e somente se, R é relativa-ao-agente com respeito a uma pessoa A diferentemente de B e R é inversora de ônus de A para B. Ora, se R inverte o ônus de A para B por razões não compartilhadas por B, não há razões para que B aceite tal inversão e, então, o plano é comprometido.

As considerações acima fornecem o fundamento necessário para as duas primeiras premissas do argumento de Steel para a imparcialidade intergeracional. A primeira premissa afirma que a taxa pura de preferência temporal é uma razão discriminatória no contexto de planos sequenciais; ora, ao descontar um valor futuro por simplesmente estar no futuro, tal taxa é uma razão relativa-ao-agente do presente para transferir custos (inverter ônus) para gerações futuras. A segunda premissa retoma a afirmação de que planos sequenciais são dificilmente implementados quando baseados em razões discriminatórias.

Essas duas premissas permitem concluir a seguinte condicional: se um agente está comprometido a implementar um plano sequencial, então deve assumir imparcialidade intergeracional na concepção do plano (alternativamente, não deve assumir preferência pura temporal). Defensores do PP claramente aceitam o antecedente desse condicional. Assim, por *modus ponens*, eles aceitam também imparcialidade intergeracional. Esquemáticamente, tem-se que:

P.1: Preferência pura temporal é uma razão discriminatória em contextos de planos sequencias;
 P.2: Planos sequenciais são dificilmente implementados quando baseados em razões discriminatórias;

Concl.1: Se um agente está comprometido com implementar um plano sequencial, deve assumir imparcialidade intergeracional na concepção do plano;

P.3: Defensores de PP estão comprometidos com implementar um plano sequencial;

Concl. 2: Defensores de PP devem assumir imparcialidade intergeracional na concepção de planos sequenciais.

Figura 4 - Reconstrução do argumento de Steel para a imparcialidade intergeracional

4.2.2 Definição, comentário e comparação com a ciência pós-normal

A partir dos elementos destacados nas seções e capítulos anteriores, pode-se definir a ciência precautória via M-CV do seguinte modo:

Ciência precautória_{af}: ciência relevante para políticas públicas e para o exercício da responsabilidade dos cientistas realizada por estratégias sensíveis ao contexto, em meio ao pluralismo estratégico, com a presença da precaução epistêmica e cuja adoção está em relação de reforço mútuo com a perspectiva de valor da justiça ambiental e imparcialidade intergeracional (V_{JIMP}).

Para entrar em harmonia com a definição acima e de modo a torná-la mais precisa, a própria definição de precaução epistêmica pode ser refinada da seguinte maneira sem prejuízo das considerações feitas no Capítulo 3:

Precaução epistêmica_{af2}: no momento de gerir riscos indutivos com consequências não epistêmicas significativas e plausíveis, decisões que estejam em relação de reforço mútuo com a perspectiva de valor da justiça ambiental e imparcialidade intergeracional (V_{JIMP}) devem ser instanciadas.

Como a maior parte da definição já foi analisada anteriormente, cabe explicar agora a relação de reforço mútuo entre a (1) ciência precautória e a (2) adoção da perspectiva de valor da justiça ambiental e imparcialidade intergeracional. (1) *promove* (2) de várias maneiras. Em relação à justiça ambiental, a evidência gerada pela pesquisa advinda da ciência precautória pode fortalecer os seus quatro elementos: favorecendo distribuições mais equitativas de riscos e benefícios ambientais ao demonstrar a ocorrência de situações contrárias, favorecendo o reconhecimento ao indicar sinais alarmantes da situação corrente de comunidades, favorecendo a participação do público ao gerar evidência que permita deliberações melhores e consentimentos de fato bem-informados, e favorecendo, enfim, capacidades ao embasar medidas de mitigação a eventos que comprometam a integridade das funcionalidades de indivíduos e sistemas. Em relação à imparcialidade intergeracional, a ciência precautória a promove uma vez que, por exemplo, taxas de desconto em análises relativas a impactos ambientais em gerações futuras não adotarão a preferência pura temporal, o que pode impedir ou mitigar a ocorrência de atividades danosas a longo prazo.

Por sua vez, (2) também promove (1). Em geral, movimentos de justiça ambiental podem viabilizar pesquisas urgentes sobre riscos ao meio ambiente ou à saúde das comunidades envolvidas. A motivação para tais pesquisas pode advir da percepção da distribuição desigual de riscos e benefícios ambientais, da falta de reconhecimento da própria comunidade por alguma instituição decisória, da demanda por participação em várias instâncias e, então, também na ciência, e, por fim, da observação de sinais preocupantes em comunidades ou sistemas que comprometam suas capacidades. Ademais, o valor da imparcialidade intergeracional facilita condições para planos de longo prazo, como pesquisas sobre monitoramento. Assim, a perspectiva de valor da justiça ambiental e imparcialidade intergeracional se incorporadas em algumas instituições, expressas em determinadas práticas ou entrelaçadas nas vidas das pessoas (Cf. seção 4.1.1 para tais definições), fornece um contexto social que torna a ocorrência da ciência precautória mais provável.

O caso do vasto conjunto de substâncias chamadas per- e polifluoroalquiladas (PFAS), a ser analisado mais detidamente no Capítulo 5, pode ilustrar as relações acima. Após a abertura de um processo legal contra uma das principais fabricantes de PFAS, a Dupont, por parte de uma família cujo gado estava sendo intoxicado pelo descarte de uma das PFAS mais tóxicas em Parkersburg, Virgínia Ocidental, uma pesquisa financiada pela empresa, mas realizada por cientistas independentes, foi feita. Por meio da análise de mais de 69.000 amostras de sangue fornecidas voluntariamente, tal pesquisa foi capaz de identificar uma provável relação entre a PFAS liberada no rio e câncer testicular, câncer renal, colite ulcerativa, doença da tireoide, hipertensão induzida por gravidez e hipercolesterolemia (Blake, 2015; Grandjean, 2018; Lyons, 2007; Richter, Cordner e Brown, 2018).

Esse caso ilustra a relação de (1) promovendo (2), dado que, em especial, a pesquisa permitiu evidenciar não apenas quão comprometidas podem estar as capacidades das pessoas pelos resultados acima, mas sobretudo corrigir questões de reconhecimento, participação e distribuição. Conforme relata Lyons (2007, pp. 93-94), dada a inclusão e participação de comunidades rurais pobres no projeto, as quais geralmente não possuem condições econômicas de fazer consultas e exames médicos, elas puderam obter resultados de análises de sangue que permitiram descobrir problemas médicos antes despercebidos: estima-se que sessenta vidas foram salvas apenas pelos resultados imediatos das análises de sangue. Ademais, em função de a população local ter sido contratada para ajudar nas etapas relacionadas à coleta de sangue (documentação de elegibilidade, entrevistas etc.) e de os locais para os exames terem sido escolhidos pela própria comunidade levando em conta a acessibilidade para ela, também é possível concluir como o elemento da participação foi promovido. Enfim, dada a alta

persistência e bioacumulação da maioria das PFAS (cf. Capítulo 5), tal pesquisa evidenciou a urgência de medidas rápidas para que gerações futuras não fossem impactadas.

Mas o caso acima também ilustra a relação de (2) promovendo (1). Dificilmente se obteria a quantidade de 69.000 amostras se não houvesse uma grande participação da população envolvida, a qual, de acordo novamente com Lyons (*ibid.*), estava entusiasmada e preocupada tanto com as implicações do resultado final da pesquisa para si quanto com o processo de se envolver e ajudar a responder uma questão científica - a busca por participação e correção de falta de reconhecimento facilitou tal pesquisa, portanto. Para alguns indivíduos, a preocupação derivava do fato de possuírem algumas doenças prévias que não eram diagnosticadas, o que evidencia uma preocupação também com suas capacidades. O elemento da distribuição também esteve presente nesse caso, dado o foco da pesquisa em comunidades localizadas ao redor da unidade da DuPont. Finalmente, nota-se a presença da imparcialidade intergeracional dada a preocupação com gerações futuras ao se analisar os efeitos das PFAS também nas condições em que os bebês de grávidas nasciam - pesquisas recentes apontam associações entre exposição às PFAS e obesidade infantil, pré-eclâmpsia e restrição de crescimento fetal (Cf. Szilagyi *et al.*, 2020)⁹⁹.

Ilustrada a relação de reforço mútuo entre a ciência precautória e sua perspectiva de valor, cabe agora comentar como tal definição abarca mais momentos das prescrições comuns da ciência precautória (seção 3.2) do que somente a precaução epistêmica. De fato, dada a presença da noção de estratégia, ela permite lidar com as importantíssimas prescrições do momento "direcionar a ciência" e de maneira contextual. Um movimento do fim da década de 1990 a 2002 em Norco, Lousiana, permite ilustrar essa afirmação.

Conforme Ottinger (2013), uma comunidade de pessoas pretas residentes próximas a uma fábrica da Shell iniciaram uma campanha contra ela em função de perceberem efeitos à saúde associados à poluição do ar. No arcabouço regulatório do estado de Louisiana, a qualidade do ar é monitorada por equipamentos que realizam amostras de 24h a cada seis dias; tal equipamento e a análise posterior gera o valor médio da concentração de substâncias nesse período, valor que depois é agregado a outros para gerar o valor anual da concentração de determinada substância. O valor da concentração anual de determinada substância é, então, comparado com seu valor anual permitido. Os residentes de Norco, porém, insistiam que concentrações pontuais de poluição em momentos de maior emissão também deveriam ser levadas em conta nas regulações. Eles, então, realizaram monitoramentos com tipos de "baldes"

⁹⁹ Outro exemplo da relação de reforço mútuo entre (1) e (2) é a pesquisa de Guillete (2003; seção 3.2) sobre o impacto de pesticidas em crianças no México.

cujos dados, após a análise de um laboratório, permitiam analisar a concentração das substâncias num curto intervalo de tempo (três a seis minutos). A partir dos resultados obtidos (e.g., presença de benzeno em uma concentração 3,5 maior do que o permitido), eles conseguiram pressionar os agentes públicos e privados e, eventualmente, conquistaram a recolocação de suas casas.

No caso acima é possível notar a fecundidade da noção de estratégia sensível ao contexto ao explicar o modo por meio do qual os residentes de Norco realizaram sua pesquisa. Eles não apenas tiveram como objeto a poluição do ar, mas objetivaram medi-lo de maneira que levasse em conta picos de poluição, medida muito mais sensível à realidade e preocupação deles do que a concentração média anual de alguma substância obtida pelos instrumentos da agência ambiental de Louisiana. Também é possível notar nesse caso o contraste entre a pesquisas deles, que é um caso exemplar de ciência precautória, com o monitoramento da agência ambiental de Louisiana, que pode ser entendida como uma pesquisa feita a partir de SDs. M-CV permite não apenas traçar essa comparação, mas também antecipar as relações de reforço mútuo com perspectivas de valor que estiveram presentes nesse caso: após as pressões iniciais dos ativistas com a ciência precautória e sua relação com a adoção de V_{JIPM} , a Shell realizou um amplo monitoramento da qualidade no ar na cidade utilizando o mesmo padrão de pesquisa que a agência ambiental de Louisiana em vez daquele dos ativistas (Ottinger, 2013), o que exemplifica a relação de SDs com a adoção da perspectiva de valor do V_{PT} e $V_{C\&M}$.

A definição proposta de ciência precautória também permite lidar de maneira contextual com as prescrições dos momentos não abarcados pela precaução epistêmica. Considere a participação do público em decisões relacionadas a formular regulações em "usar a ciência", como no caso da participação de cidadãos em audiências públicas. Dada a definição proposta, tal participação não será imediatamente enxergada como um caso de ciência precautória. Com efeito, caso tal participação seja promovida por alguma entidade privada com interesse na aprovação da atividade ou tecnologia que motivou a ocorrência da audiência, V_{JIMP} não estaria expresso na audiência, senão V_{PT} e $V_{C\&M}$. Um dos modos de identificar a presença das perspectivas de valor distintas é investigar a existência de financiamento para a participação das pessoas ou eventuais conflitos de interesse (Cf. Capítulo 5). Holman e Geislar (2018), por exemplo, citam um caso em que mais da metade dos participantes de uma audiência eram financiados pela indústria farmacêutica que tinha interesse no caso; não surpreendentemente, eles expressaram uma posição favorável à indústria em questão em pleno contraste com a posição de pessoas sem conflitos de interesse.

Com o caso acima, não se trata de defender a exclusão de pessoas com conflitos de interesse em situações do tipo, senão ressaltar como mesmo prescrições comuns da ciência precautória podem, na verdade, não serem de fato precautórias ao estarem associadas a V_{PT} e $V_{C\&M}$. Em posse disso, logra-se definir a ciência não precautória como aquela feita por SDs e, então, com perspectivas de valores conflitantes com V_{JIMP} .

A partir da definição proposta e de M-CV consegue-se também explicar qual a relação da ciência precautória com o PP e, assim, a razão do nome "precautória". Em primeiro lugar, a definição apresentada inclui a interpretação epistêmica do PP. Em segundo lugar, como é possível depreender dos exemplos apresentados, pesquisas advindas da ciência precautória geram evidências que facilitam aplicações do PP, promovendo, assim, a interpretação dele enquanto regra de decisão e requerimento procedimental. Em terceiro lugar, a relação de reforço mútuo entre ela e a adoção de V_{JIMP} promove um contexto social mais facilitador tanto para medidas precautórias quanto para o surgimento de alternativas tecnológicas e estruturas regulatórias mais consoantes com o objetivo de evitar danos incertos ao meio ambiente ou à saúde humana.

Pode-se dizer, assim, que a ciência precautória é uma das formas de corrigir, antecipar e complementar casos reativos do PP, ou seja, aqueles que ocorrem apenas após a introdução de alguma ameaça ao meio ambiente ou à saúde no mundo da vida. Dado que tais casos reativos enfrentam os inúmeros obstáculos (*e.g.*, assimetrias de poder) presentes em processos legais (Cf. Haack, 2014, pp. 78-103), a ciência precautória pode fornecer, então, melhores condições para aplicações do PP.

Por fim, ainda extraindo outras consequências da definição enunciada de ciência precautória via M-CV, pode-se notar como ela dialoga melhor com a literatura da ciência precautória do que outras abordagens da área de valores na ciência. Com efeito, irei defender até o fim desta seção que ela possui uma vantagem comparativa em relação a uma abordagem citada algumas vezes em textos sobre a ciência precautória, a ciência pós-normal.¹⁰⁰

¹⁰⁰ Outras abordagens que poderiam ser escolhidas para realizar a comparação incluem a norma de valores na ciência de Steel (2015, p. 178), e a ciência bem-ordenada de Kitcher (2001; 2010). No entanto, como já discutido na seção 3.3, a definição de precaução epistêmica de Steel tem obstáculos graves quanto ao papel de valores; portanto, as considerações anteriores já bastam para demonstrar sua desvantagem. Em relação à proposta de Kitcher, não abordada nesta Tese e impossível de ser detalhada aqui, apenas destaco sua ênfase em processos deliberativos ideais para vários momentos da ciência cujos resultados, conforme o próprio autor, são impossíveis de serem previstos. Assim, sua proposta não garante o direcionamento da ciência para decisões próximas aos objetivos e valores do PP. Mais além, conforme destaca Fernandez Pinto (2015), ela pressupõe um sistema público de financiamento para a ciência, mas, dada a situação atual de comercialização da ciência, não propõe nenhum caminho para tal financiamento, o que M-CV com o pluralismo estratégico faz.

Autores como Aslaksen *et al.* (2013), Raffensperger & Barrett, (1999), e Lemons *et al.* (1997) aproximam a ciência precautória da ciência pós-normal, ainda que não especifiquem essa aproximação. Desenvolvida por Silvio Funtowicz e Jerome Ravetz no início da década de 1990, a principal motivação da ciência pós-normal é o entendimento de que modelos teóricos anteriores são insuficientes para lidar com casos em que haja elevada incerteza ou importantes decisões em jogo, casos ilustrados, notadamente, pelos problemas ambientais e riscos tecnológicos notados a partir de décadas anteriores. Para eles, em tais situações é preciso uma extensão das formas anteriores de ciência.

Tratando-se de uma extensão, a ciência pós-normal não visa substituir procedimentos comuns da ciência, senão restringir seu escopo. Nesse sentido, ela preserva formas tradicionais de ciência e aconselhamento científico para casos com média ou baixa incerteza e média ou baixa decisões em jogo. Em outras palavras, ela acomoda para determinadas situações o que os autores entendem como a ciência normal de Thomas Kuhn (2009), aquela feita conforme normas claras (de onde o nome, ciência *normal*) e dedicada a resolução de quebra-cabeças a partir de um paradigma específico. Seja como for, nos demais casos é necessário a ciência pós-normal, conforme a figura abaixo extraída de Funtowicz & Ravetz (1997, p. 223):



Figura 5 - Representação da ciência pós-normal

Pode-se entender tal proposta a partir de dois elementos principais: um sistema notacional para a representação e comunicação de incertezas científicas e a comunidade ampliada de pares. O sistema notacional tem como objetivo auxiliar no manejo com qualidade da incerteza científica em assuntos politicamente relevantes. Ele é conhecido pela sigla NUSAP, a qual representa aspectos quantitativos e qualitativos da informação científica: *Numeral* (representação de magnitude, *e.g.*, "risco remoto"), *Unit* (representação da base categoria anterior, *e.g.*, "mortes por ano"), *Spread* (representação de precisão, *e.g.*, $\pm n$), *Assessment* (representação de acurácia, *e.g.*, limites de confiança) e *Pedigree* (representação de ignorância, *e.g.*, "não há acordo da comunidade sobre o modelo matemático usado, o qual se baseia em probabilidades subjetivas") (Funtowicz & Ravetz, 1990).

O uso de NUSAP para representar e comunicar incertezas científicas ressalta a necessidade de não as invisibilizar, atitude comum, conforme Funtowicz e Ravetz (1994), em várias pesquisas tradicionais sobre o meio ambiente e que também é criticada pelos proponentes da ciência precautória (Cf. seção 3.2).

Por sua vez, a comunidade ampliada de pares refere-se à necessidade de democratizar a *expertise* científica para além dos cientistas, necessidade também ressaltada pela ciência precautória. Em outras palavras, ela remete à participação de não cientistas nos casos que estejam no escopo da ciência pós-normal. Para os autores, tal incorporação se justifica não por uma razão política, senão epistêmica: a incorporação de tais pessoas implica que novos fatos sejam trazidos à tona, dado que, por exemplo, as pessoas afetadas por determinados riscos possuem por vezes alguma informação relevante até então negligenciada, e elas também podem auxiliar como um comitê de revisão por pares avaliando a base epistêmica do caso em questão. Portanto, a comunidade ampliada de pares visa a um diálogo entre cientistas e não cientistas no contexto dos casos aos quais se aplica a ciência pós-normal.

Dadas essas características, não surpreende que os autores acima mencionados tenham aproximado a ciência pós-normal da ciência precautória. Não obstante, semelhante aproximação enfrenta várias dificuldades que a definição aqui proposta não enfrenta. Por exemplo, Funtowicz e Ravetz reconhecem a necessidade de valores nas avaliações de cientistas, afastando-se, portanto, do tradicional ideal da ciência livre de valores (Cf. capítulo 2); no entanto, a proposta deles não apresenta nenhuma restrição ao papel de valores como o faz M-CV. Mais além, conforme ressalta Agnieszka Karpińska (2018, p. 9), não há normas claras para o papel de cientistas nas comunidades ampliadas de pares. Como tais comunidades abordam em diálogo casos com elevada incerteza ou muito em jogo e, em particular, se pressupõe na proposta de Funtowicz e Ravetz (1997, p. 223) que em tais situações "(...) nos deparamos com decisões que são 'duras' em todos os sentidos, e para as quais os aportes científicos são irremediavelmente 'brandos'", tal lacuna é problemática. Em contraste, a ciência precautória via M-CV contorna tal lacuna e permite restringir o papel de valores, vantagens que também dão a base para responder as objeções à ciência precautória.

4.3 Resposta às objeções

Em posse da definição proposta da ciência precautória via M-CV, pode-se responder às objeções da objetividade, cascata precautória e legitimidade política. Recordar-se o enunciado de tais objeções. *Objeção da objetividade*: que papéis os valores da precaução epistêmica

devem ter de modo a resguardar a objetividade científica? *Objeção da cascata precautória*: como a ciência precautória evita um efeito cumulativo de decisões que preferem errar do lado meio ambiente ou da saúde humana? *Objeção da legitimidade política*: como conciliar a precaução epistêmica com o princípio de democracias representativas segundo o qual decisões políticas não devem ser feitas com base na influência indevida dos valores de apenas um grupo específico de pessoas em cargos de poder?

Em relação à objeção da objetividade, relembro que em M-CV há a presença do ideal da imparcialidade, o qual é exequível dadas as condições que ele estabelece (Cf. seção 4.1.2). Assim, nos casos em que o ideal da imparcialidade é possível, a objeção da objetividade é derrotada. Nos casos, porém, em que ele não é possível, casos em que cientistas apenas podem realizar endossamentos e que são especialmente relevantes para ciência precautória, M-CV também fornecer critérios para resguardar a objetividade científica. Um deles é, tendo o ideal da imparcialidade no horizonte, não tomar decisões que impeçam a realização eventual da imparcialidade, como designs de experimentos especificamente elaborados para favorecer determinada hipótese. O segundo critério é restringir o papel de valores a juízos de suficiência de evidência em vez de razões para se aceitar alguma alegação.

Os dois critérios acima conseguem em conjunto lidar com casos problemáticos que apenas um deles não consegue resolver. Por exemplo, por um lado, somente a retenção do ideal da imparcialidade não especifica o papel de valores em endossamentos; por outro lado, apenas o critério do papel de valores em juízos de suficiência da evidência é insuficiente para afastar casos de designs enviesados de experimentos (Cf. Steel & Whyte, 2012), o que reter o ideal da imparcialidade no horizonte consegue.

Por sua vez, no que concerne à objeção da cascata precautória, ressalto, em primeiro lugar, que ela também tem como foco a precaução epistêmica. Ora, são efeitos dela que podem gerar um efeito cumulativo de diminuição excessiva de padrões de evidência. Em segundo lugar, é preciso reconhecer que a configuração atual dos padrões de evidência nas pesquisas científicas e em instituições regulatórias levam a uma cascata anti-precautória (Cf. capítulo 3). Em terceiro lugar, recordo que, em M-CV, cientistas não têm autoridade especial com relação a endossamentos, de onde a recomendação da participação deles em endossamentos feitos democraticamente, em que há pessoas com perspectivas de valor e estratégias diversas. Em assim sendo, a opção por um acúmulo de decisões precautórias é resultado de uma deliberação com tais condições e não uma consequência da ciência precautória propriamente dita. Desse modo, a definição aqui proposta abre a possibilidade para a ocorrência de cascatas precautórias

nos casos em que os participantes dos endossamentos julguem apropriados (e.g., riscos de extrema severidade, como catástrofes).

Mais além, dada a ausência de autoridade de cientistas para endossamentos e o fato de que o uso da precaução epistêmicas em instituições tem muito mais chance de constranger políticas ambientais do que seu uso em pesquisas individuais, a ciência precautória via M-CV fornece uma motivação importante para que cientistas se foquem mais no nível institucional de decisões do que naquele individual. Exemplos de decisões institucionais em consonância com a precaução epistêmica são: periódicos científicos aceitarem pesquisas que discutam cenários plausíveis e não apenas em consonância com níveis padrão de significância estatística (Brown, 2020), abordagens pré-mercado para a regulação de substâncias químicas, e padrões gerais de evidência como os fatores de incerteza (Steel, 2015, pp. 215-216).

Por fim, para responder à objeção da legitimidade, recorro minha interpretação de que, em M-CV, o papel de cientistas em cargos de aconselhamento científico configura aquele de "corretor honesto de alternativas políticas", ou seja, aquele que busca ampliar o escopo de alternativas possíveis para uma política conforme diferentes juízos de valor existentes e diferentes caminhos de ação. Conforme entendo, é impossível tal papel evitar a presença de juízos de valor, dada a presença deles na comunicação de hipóteses relevantes, em decisões anteriores feitas nas pesquisas, ou na determinação de quais as opções possíveis a serem consideradas. Assim, endosso as críticas de Havstad e Brown (2017) à impossibilidade de se evitar completamente juízos de valor em tal papel. Não obstante, como o corretor se opõe justamente àquele que advoga uma posição específica, a influência de juízos de valor de cientistas em tal contexto é *minimizada*. Outro fator que a minimiza é o fato de que decorre de M-CV que endossamentos sejam feitos democraticamente. Assim, os valores envolvidos neles serão representativos da sociedade e, então, não estarão sujeitos à objeção da legitimidade.

Capítulo 5: Quão exequível é a ciência precautória? Um estudo de caso

Faço crítica à subordinação da ciência à essa malandragem corporativa. Ailton Krenak (2021)

Apresentação

Este capítulo tem como objetivo discutir a exequibilidade da ciência precautória a partir de um estudo de caso. Na **seção 5.1**, detalho a proposta do capítulo. Na **seção 5.2**, apresento seu fundamento teórico (conflitos financeiros de interesse e substâncias per- e polifluoroalquiladas), e formulo sua hipótese. Na **seção 5.3**, apresento os impactos de conflitos financeiros de interesse em cada um dos momentos da ciência nas pesquisas sobre as substâncias per- e polifluoroalquiladas. Por fim, na **seção 5.4**, discuto potenciais soluções a tais impactos.

5.1 Estrutura da análise do estudo de caso

Há obstáculos de diferentes tipos que previnem a exequibilidade da ciência precautória. Neste capítulo, vou me focar no que talvez seja um dos mais preocupantes: conflitos financeiros de interesse (CFI) na pesquisa científica e na tomada de decisão em instituições ligadas a ela. Mais precisamente, irei analisar se CFI podem impactar tais objetos de modo tais a promoverem decisões não precautórias em tais contextos, tais como a decisão de não tornar dados publicamente acessíveis. Nesse sentido, não apenas SDs em relação de reforço mútuo com V_{PT} levariam à ciência não precautória, conforme aventado na seção 4.2.2.

Para isso, irei me focar em um estudo de caso recente, o caso da poluição por substâncias per- e polifluoroalquiladas (PFAS). PFAS compõem uma grande classe de substâncias químicas cujas ligações entre os átomos de carbono e flúor permitem uma ampla gama de aplicações industriais, mas também as tornam altamente persistentes. Estudos de caso são comumente utilizados na filosofia contemporânea da ciência (Cf. Steel, Gonnerman & O'Rourke, 2017, pp. 2-4). Por um lado, eles podem fornecer informações cruciais sobre a prática da ciência que pode melhorar a reflexão filosófica. Por outro lado, deve-se ter cautela ao inferir conclusões gerais a partir deles uma vez que pode haver particularidades exclusivas ao caso em questão. Para contornar esse limite, irei comparar a discussão a seguir com outros casos.

Assim sendo, este capítulo está estruturado da seguinte maneira. Na próxima seção, irei apresentar o fundamento teórico para a discussão posterior; em particular, após definir CFI e

retomar os momentos em que juízos de valor se relacionam com a ciência, introduzirei as PFAS e especificarei minha hipótese. Depois, na terceira seção, investigo instâncias de CFI em cada um dos momentos da ciência. Para tanto, irei me apoiar na literatura sobre estratégias de agrupamento de PFAS e em amostras de artigos, obtidas a partir do repositório Web of ScienceTM. Na última seção, discutirei possíveis soluções aos impactos de CFI a partir das contribuições feitas nos capítulos anteriores.

5.2 Fundamentos teóricos

5.2.1 Conflitos financeiros de interesse (CFI)

CFI são um caso especial de conflitos de interesse. De acordo com Boris Hauray (2021), o conceito de conflitos de interesse surgiu na década de 1950 nos Estados Unidos como um termo guarda-chuva para leis que lidavam com a relação problemática entre entidades privadas e oficiais públicos, a exemplo da nomeação do Presidente da *General Motors*, Charles Erwin Wilson, como Secretário da Defesa em 1953 (a GM era uma importante financiadora dessa secretaria). Em sequência, devido à proximidade crescente entre o setor privado e a pesquisa científica (especialmente nas ciências médicas), devido ao Ato Bayh-Dole de 1980 que estimulou a produção de patentes nas universidades, e devido a escândalos científicos relacionados a conflitos de interesse reportados na mídia, tal conceito se tornou um assunto inevitável também na ciência.¹⁰¹ Doravante, irei utilizar a seguinte definição de CFI:

CFI_{def}: Um(a) pesquisador/instituição de pesquisa tem um conflito financeiro de interesse se, e só se, ele(a) tem interesses financeiros que tem uma chance significativa de comprometer o juízo/tomada de decisão do(a) cientista/instituição média na condução da pesquisa.

¹⁰¹ Hauray (2021, p. 41; tradução minha) ilustra essas mudanças com a política de CFI do periódico *The Lancet*: "No início da década [década de 1990], o periódico permaneceu um tanto cautelosa quanto à questão dos CFIs: sua política de CFI simplesmente pedia aos autores que declarassem quaisquer problemas que pudessem ser embaraçosos se eles viessem à tona, e ainda em 1997, seu editor-chefe publicou um editorial criticando a crescente obsessão por CFIs. No início dos anos 2000, o tom da revista mudou e publicou um editorial intitulado 'O aperto cada vez maior da Big Pharma' (The Lancet, 2001), com a revista finalmente exigindo que todos os autores assinassem uma declaração CFI em 2002". Para saber mais sobre a história dos CFI, consulte também Rodwin (2011, pp. 251-256).

Essa definição é um caso especial das definições de Resnik (2007, pp. 111-116) sobre conflitos de interesse. Quando há outros interesses além daqueles financeiros (pessoais, políticos, profissionais etc.), então se tem a definição dele do caso geral de conflito de interesse. Ademais, eu combinei acima sua definição de conflito de interesse para um pesquisador e para uma instituição, definições que são praticamente iguais com exceção do fato de que instituições não têm interesses pessoais ou profissionais.¹⁰² Tal enquadramento de CFI é importante em vários sentidos, mas, sobretudo, por permitir dar conta do financiamento de uma pesquisa e não se focar apenas no impacto de CFI em indivíduos.

Ainda há três temas da definição acima a serem explicados. Por uma "chance significativa de comprometer", Resnik (2007, p. 113) entende uma chance igual ou maior que 5%. A escolha de 5% é arbitrária em certo sentido, mas Resnik afirma que ela não torna a definição nem tão ampla nem tão restrita, e que esse valor já seria um indicador preocupante para a objetividade de um juízo. Além disso, deve-se notar que uma "chance de comprometer" é diferente de usar a expressão difícil de aplicar "aparentemente compromete" ou aquela excessivamente rigorosa "compromete". Por fim, a definição tem como classe de referência um(a) cientista/instituição média de modo a evitar cientistas e instituições que teriam seu juízo comprometido já com um ganho financeiro extremamente pequeno ou com apenas um ganho muito alto.

Assim entendido, CFI tem sido conectado a consequências preocupantes em diversos campos de pesquisa.¹⁰³ Talvez os casos mais conhecidos sejam aqueles envolvendo manipulação de dados, intimidação de cientistas e outras atividades flagrantemente erradas, como ilustrado por alguma das estratégias da indústria do tabaco e do petróleo para combater evidências que relacionam seus produtos ao câncer de pulmão e às mudanças climáticas, respectivamente (Cf. Oreskes & Conway, 2010). Menos conhecido, mas igualmente preocupante é o "efeito financiamento", a tendência sistemática de pesquisas financiadas pela indústria gerarem resultados favorecendo seus interesses financeiros (Cf. Krimsky, 2019). No entanto, CFI pode impactar a ciência também de maneiras mais sutis conforme a literatura a respeito vem mostrando. Por exemplo, ao financiar seletivamente pesquisas que favoreçam seus

¹⁰² "Um pesquisador tem um conflito de interesse se e somente se ele ou ela tiver interesses pessoais, financeiros, profissionais ou políticos que tenham uma chance significativa de comprometer o juízo do cientista médio na condução da pesquisa" (Resnik, 2007, p. 111; tradução minha). "Uma instituição de pesquisa tem um conflito de interesses se e somente se tiver interesses financeiros ou políticos que tenham uma chance significativa de comprometer a tomada de decisão da instituição de pesquisa média na condução da pesquisa." (*ibid.*, p. 116; tradução minha).

¹⁰³ Essa afirmação é perfeitamente compatível com o reconhecimento de que existem efeitos preocupantes da estrutura, cultura ou diferentes tipos de CFI também em pesquisas com financiamento público (Cf. Harris, 2017). A razão pela qual não estou focando neles é o escopo da minha investigação.

interesses, a indústria consegue manipular o conjunto total de evidência. Mais além, ao restringir acesso a informação, ela pode não apenas impactar normas científicas como a transparência e honestidade, mas, mais importantemente, impedir linhas de pesquisas socialmente relevantes (Elliott, 2013; Holman & Bruner, 2017; Fernández Pinto, 2021; Radder, 2010; Suryanarayanan & Kleinman, 2017).

Ainda assim, tomar toda pesquisa com CFI sob suspeita seria irrazoável. Para algumas pesquisas, não pode haver sequer a possibilidade de serem realizadas sem CFI. Uma abordagem mais profícua, então, é focar em condições recorrentes em que CFI tem maiores chances de impactar negativamente a ciência. Recorrendo a trabalhos anteriores, Elliott (2013; tradução minha)¹⁰⁴ propõe as três condições a seguir:

1. Descobertas científicas são ambíguas, exigem muita interpretação ou são difíceis de estabelecer de maneira direta.
2. Indivíduos ou instituições têm fortes incentivos para influenciar essas descobertas científicas de forma a prejudicar a credibilidade da pesquisa.
3. Indivíduos ou instituições que têm incentivos para influenciar essas descobertas científicas também têm oportunidades adequadas para influenciá-las.

Quando essas condições são o caso, teríamos uma razão *prima facie* para suspeitar que uma pesquisa particular pode estar corrompida.¹⁰⁵ Minha hipótese é que a presença de CFI e as condições (1) - (3) de Elliott - CFI* - tendem a promover decisões não precautórias na pesquisa científica. Para tornar essa hipótese mais precisa, vou retomar, em primeiro lugar, os momentos da ciência em que juízos de valor estão presentes e, em segundo lugar, especificar tais momentos em conexão com o caso das PFAS. O restante desta seção trata da primeira tarefa e a próxima da segunda.

Conforme enunciado no capítulo 3, Elliott (2022) distingue quatro momentos da ciência em que juízos de valor estão presentes. Relembrando, tais momentos são: direcionar a ciência, fazer ciência, usar a ciência e gerir a ciência. Grosso modo, "direcionar a ciência" refere-se às decisões individuais e institucionais sobre o que estudar; "fazer ciência" diz respeito a decisões relacionadas ao design de estudos, à análise de dados, à interpretação de resultados, à criação de modelos e ao desenvolvimento e uso de categorias; "usar a ciência" refere-se a como

¹⁰⁴ No original: "1. Scientific findings are ambiguous or require a good deal of interpretation or are difficult to establish in a straightforward manner. 2. Individuals or institutions have strong incentives to influence those scientific findings in ways that damage the credibility of the research. 3. Individuals or institutions that have incentives to influence those scientific findings also have adequate opportunities to influence them".

¹⁰⁵ Outra maneira de afirmar isso é utilizar a distinção de Pollock (1987) entre derrotadores *undercutting* e *rebutting*. Grosso modo, enquanto um derrotador *rebutting* para uma crença em uma proposição P é uma razão para acreditar em não P, um derrotador *undercutting* é uma razão para duvidar do suporte epistêmico de P. Portanto, quando há CFI e as condições (1)-(3), teríamos um derrotador *undercutting* para a proposição à qual a pesquisa levou, mas não um *rebutting*. Isso pode evitar algumas críticas comuns.

enquadrar resultados científicos, formular regulações, desenvolver políticas públicas e tomar decisões; por fim, "gerir a ciência" é definida como "(...) como os cientistas devem tratar uns aos outros e aos que os cercam enquanto realizam suas pesquisas" (Elliott, 2022a, p. 13; tradução minha)¹⁰⁶. Assim como ressaltai no capítulo 3, é importante notar que esses momentos não têm fronteiras rígidas nem são lineares. Do mesmo modo que eles foram úteis anteriormente, irei apenas assumir que eles o serão também na presente investigação sobre CFI* e PFAS.

5.2.2 Substâncias per- e polifluoroalquiladas (PFAS) e hipótese de trabalho

Não há uma definição consensual das PFAS, uma situação com a qual os filósofos podem simpatizar. Um artigo recente, por exemplo, lista sete definições diferentes cuja extensão varia de acordo com elas (Wallington, Andersen, Nielsen, 2021). Para os fins deste capítulo, vou me basear na definição fornecida pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que entende as PFAS de modo amplo como:

(...) substâncias fluoradas que contêm pelo menos um átomo de carbono metil ou metileno totalmente fluorado (sem qualquer átomo de H/Cl/Br/I ligado a ele), ou seja, com algumas exceções notadas, *qualquer produto químico com pelo menos um grupo metil perfluorado (-CF₃) ou um grupo metileno perfluorado (-CF₂-) é um PFAS* (OECD, 2021, p. 18; tradução e itálicos meus)¹⁰⁷.

Assim entendidas e com base em informações publicamente disponíveis, a OCDE (2018) publicou uma lista com 4.730 PFAS, a vasta maioria dos quais são altamente persistentes. Devido a propriedades como repelência à água e redução de atrito, as PFAS têm sido amplamente aplicadas desde sua criação sintética na década de 1940. Uma revisão recente lista 200 categorias de uso, desde impregnação têxtil até cordas de violão (Glüge *et al.*, 2020). Mais notavelmente, porém, é a aplicação do ácido perfluorooctanossulfônico (PFOS), C₈F₁₇SO₃H, em espuma de combate a incêndios, e o ácido perfluorooctanóico (PFOA), C₈F₁₅HO₂, no Teflon™ até 2013.

Apesar das evidências precoces de sua toxicidade por estudos internos de dois de seus principais fabricantes, a 3M e a Dupont, contando inclusive com pesquisas em que voluntários

¹⁰⁶ No original: "(...) how scientists should treat one another and those around them as they perform their research".

¹⁰⁷ No original: "(...) fluorinated substances that contain at least one fully fluorinated methyl or methylene carbon atom (without any H/Cl/Br/I atom attached to it), *i.e.* with a few noted exceptions, *any chemical with at least a perfluorinated methyl group (-CF₃) or a perfluorinated methylene group (-CF₂-) is a PFAS*".

fumavam cigarros com Teflon até desenvolverem a "febre da fumaça" (EWG, 2003), a percepção do público e ações mitigatórias em relações às PFAS somente ocorreram décadas depois quando um processo foi aberto em 1999 contra a Dupont. O gado da família Tennant estava sendo intoxicado pelo descarte de resíduos de PFOA da *Washington Works Plant* da DuPont no rio Ohio. O processo legal relacionado ao processo da família Tennant e processos subsequentes também liderados pelo advogado Rob Billott não apenas resultaram na disponibilização pública de vários documentos, que mostravam como a Dupont não divulgou informações sobre danos reais ou potenciais de seus produtos, como também levou a uma pesquisa financiada pela empresa, mas realizada por cientistas independentes.¹⁰⁸ Analisando mais de 69.000 amostras de sangue, tal pesquisa foi capaz de identificar uma provável relação entre PFOA e câncer testicular, câncer renal, colite ulcerativa, doença da tireoide, hipertensão induzida por gravidez e hipercolesterolemia (Blake, 2015; Grandjean, 2018; Lyons, 2007; Richter, Cordner e Brown, 2018).

Desde o processo da Tennant, mais locais de exposição (por exemplo, bases militares com água potável contaminada) foram descobertos, o conhecimento sobre PFAS específicas foi aprimorado e várias respostas a elas têm ocorrido em todo o mundo, variando de regulamentação a ações voluntárias. Para fins de ilustração, agora existem níveis de diretrizes de água potável para PFOA e PFOS em vários estados nos Estados Unidos, algumas PFAS foram adicionados ao Anexo A (eliminação) ou B (restrição) da Convenção de Estocolmo, e importantes fabricantes concordaram em reduzir e eventualmente eliminar o PFOA em alguns países. Além disso, parte da indústria tem substituído PFOA e PFOS, que são PFAS de cadeia longa, por PFAS de cadeia curta, devido a evidências limitadas de que as PFAS de cadeia curta são menos bioacumulativas. As PFAS de cadeia longa referem-se a (i) ácidos perfluoroalquil carboxílicos (PFCAs) com sete carbonos fluorados ou mais (por exemplo, PFOA), (ii) perfluoroalcano sulfonatos (PFSAs) com seis carbonos fluorados ou mais (por exemplo, PFOS) e (iii) substâncias que se degradam em ácidos perfluoroalquil (PFAAS).

A tabela a seguir, traduzida de Grandjean & Clapp (2015, p. 2), sintetiza várias das informações acima relativas ao desenvolvimento das PFAS e evolução do conhecimento a seu respeito:

¹⁰⁸ Alguns documentos relacionados aos processos estão disponíveis publicamente na *Industry Documents Library* da UCSF: <<https://www.industrydocuments.ucsf.edu/chemical/>> Último acesso em 27 de outubro de 2022. Mais documentos do gênero relacionados às PFAS podem ser encontrados na série "*Bad Chemistry*" da repórter investigativa Sharon Lerner no portal *The Intercept*.

Ano	Evento
1947	A produção de PFAS começa na fábrica da 3M em Cottage Grove, Minnesota.
1962	Documento interno da DuPont levanta preocupação sobre riscos à saúde.
1970s	Pressões de vapor e solubilidade em água de PFAS em manuais químicos.
1978	Estudo inédito [financiado pela 3M] em macacos revela imunotoxicidade e outros efeitos adversos devido ao PFOA.
1980	Flúor orgânico encontrado no soro de trabalhadores do setor de produção da 3M.
1981	Preocupação com defeitos congênitos em filhos de trabalhadoras [3M e Dupont].
1987	Carcinogenicidade do PFOA relatada em estudo com ratos.
1993	3M começa a monitorar o PFOA no soro dos trabalhadores da produção. Estudo de mortalidade mostra ocorrência excessiva de câncer de próstata.
1998	Soro de doadores de sangue dos EUA mostrou conter PFAS.
2000	Disseminação global e documentada da contaminação ambiental por PFAS. 3M anuncia plano para eliminar gradualmente a produção comercial de PFOS.
2005	Contaminação extensiva de água potável descoberta em Minnesota.
2008	Limites de risco à saúde para PFAS na água potável são emitidos. Estudo em camundongos mostra imunotoxicidade em concentrações séricas de PFAS semelhantes às exposições humanas.
2010	Redução das emissões de PFOA em 95% considerada concluída.
2011	PFOA induz atraso no desenvolvimento da glândula mamária em camundongos em baixas exposições.
2012	Imunotoxicidade de PFAS relatada em crianças.

Figura 6 - Evolução do conhecimento sobre os riscos das PFAS

Não obstante, as diretrizes de água variam amplamente (Cordner *et al.*, 2019). A produção das PFAS pode ter diminuído em alguns países, mas aumentou enormemente em outros, como na China (Lerner, 2016a), e há muitas dificuldades para se avaliar os efeitos na saúde das PFAS de cadeia curta (Wang *et al.*, 2015). A figura na página seguinte, retirada de Wang *et al.* (2017, p. 2510), ilustra algumas das principais PFAS existentes e a quantidade de artigos científicos publicados a respeito de cada uma delas. Note a discrepância entre o número de artigos sobre PFOA ($n = 4066$) para um PFAS de cadeia curta, como o ADONA ($n = 4$), substituto da 3M para PFOA.

Para piorar as coisas, parte da indústria continua a apelar para o conjunto tradicional de práticas de fomento de dúvida, como a contratação de especialistas para revisar a literatura

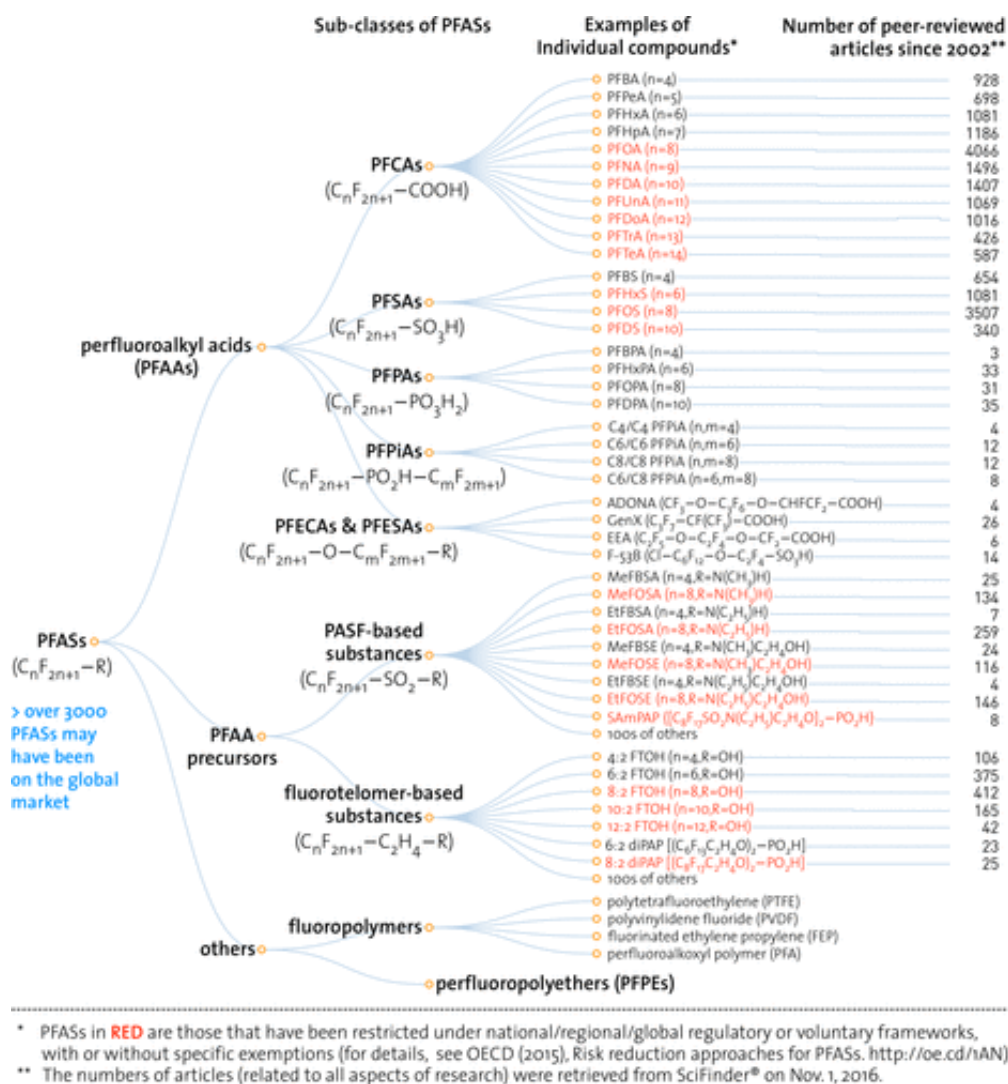


Figura 7 - Exemplos de PFAS e números de artigos publicados desde 2002

sobre as PFAS de maneira favorável (Michaels, 2020). Mais além, existem exceções problemáticas à Convenção de Estocolmo que permitem produtos como o pesticida à base de PFOS, Sulfluramida, em países como o Brasil (Nascimento *et al.*, 2018).

Portanto, o caso da poluição pelas PFAS satisfaz as três condições de um CFI ser preocupante e, então, se tornar CFI*: 1. ainda é difícil estabelecer descobertas científicas de maneira direta, dado que, como visto, não há consenso em torno de uma definição para as PFAS; a vasta maioria delas apresenta alta persistência, mas a bioacumulação e toxicidade das PFAS variam entre si; e, por fim, há evidência robusta apenas para algumas das PFAS. 2. há incentivos para indivíduos ou instituições para influenciar essas descobertas, o que pode ser inferido a partir do ganho econômico de quem as produz em função do grande número de aplicações. 3. e eles têm oportunidades adequadas para fazê-lo, uma vez que algumas das pesquisas são realizadas nas próprias empresas ou em Organizações Representativas de Pesquisa Clínica (ORPC). Trata-se, em suma, de um caso adequado para focar nos impactos do

CFI* na pesquisa e na tomada de decisões institucionais de maneiras que vão contra a ciência precautória.

No capítulo anterior, mostrei como a ciência precautória é carregada de valores e a defini recorrendo ao modelo de Lacey e Mariconda (2014) como aquela feita por estratégias sensíveis ao contexto (SCs) com a presença da precaução epistêmica e em relação de reforço mútuo com a perspectiva de valor da justiça ambiental e imparcialidade intergeracional (V_{JIMP}). Tal definição permitiu entender as prescrições dadas pela literatura da ciência precautória de uma maneira contextual. Além disso, também foi possível definir a ciência não precautória - e as decisões nela tomadas - como aquela feita por estratégias descontextualizadoras (SDs) e cujos valores (V_{PT} , $V_{C\&M}$) entram em conflito com V_{JIMP} .

Minha hipótese é de que CFI* tendem a ser conflitantes com V_{JIMP} e, então, promovem decisões não precautórias, conforme definido acima. Desse modo, não apenas a ciência feita sob SDs em relação de reforço mútuo com V_{PT} e $V_{C\&M}$ seriam conflitantes com a ciência precautória. No contexto das PFAS, decisões não precautórias se traduzem em decisões tais como pressionar por regulações apoiadas no uso intensivo de dados, não tornar dados publicamente disponíveis, não buscar por alternativas, ou balancear falsos positivos e falsos negativos de uma maneira que subestime danos ao ambiente ou à saúde humana.

Duas preocupações podem surgir em relação ao parágrafo acima. A primeira tem a ver com quão generalizáveis são os impactos dos CFI*: os resultados encontrados são apenas específicos para o caso em questão? se não, as decisões não precautórias estão correlacionadas ou causalmente conectadas aos CFI*? Baseando-me em outros artigos que investigaram CFI*, mostrarei como seus impactos não são específicos do caso em questão. De fato, esse tipo de impacto é proeminente em pesquisas com CFI* em muitas áreas diferentes. Não obstante, irei apenas assumir que as decisões não precautórias estão correlacionadas aos CFI*. Mesmo assim, as consequências dessa correlação são preocupantes.

A segunda preocupação que um crítico pode apontar é que se poderia encontrar instâncias de pesquisa não precautória também em pesquisas com financiamento público. Minha resposta é dupla. Em primeiro lugar, estou me focando CFI* e não em pesquisa financiada pelo setor privado por si, então o contraste que a objeção está pressupondo não é exatamente correto. Em segundo lugar, mesmo que se possa encontrar exemplos de pesquisa não precautória também em pesquisa financiada pelo público, considero que é menos provável que eles sejam difundidos como a pesquisa com CFI* e também que há mais condições para transformar a pesquisa financiada publicamente em uma pesquisa precautória.

5.3 O impacto de CFI* no caso das PFAS

5.3.1 Direcionar a ciência

Para investigar o impacto dos CFI* em decisões relacionadas a "direcionar a ciência", realizei uma pesquisa no Web of Science™ usando o termo "PFAS" e a 3M como fonte de financiamento no dia 15 de setembro de 2022. A busca inicial resultou em dezessete artigos. Um artigo apresentou apenas resultados discutidos em um workshop financiado por inúmeras organizações públicas e privadas e foi excluído (Johnson *et al.*, 2021). Dois tinham um funcionário da 3M como autor, mas, como a empresa não financiou o estudo, também foram excluídos (Rush *et al.*, 2018; Singer *et al.*, 2018).

Os catorze artigos restantes eram dez relatórios experimentais (Bjork *et al.*, 2021; Newsted *et al.*, 2017; Ngueta *et al.*, 2017; Olsen *et al.*, 2017; Ruark *et al.*, 2017; Sundström *et al.*, 2011, 2012; Torres *et al.*, 2021, Verner *et al.*, 2015 e Wu *et al.*, 2015), duas revisões de literatura (Andersen *et al.*, 2021a; Antoniou *et al.*, 2022), um relatório financiado pela 3M em um workshop (Andersen *et al.*, 2021b) e um comentário (Colnot & Dekant, 2022). Sete deles foram financiados apenas pela 3M e os sete restantes pela 3M e outra instituição privada (por exemplo, Dupont) ou pública (por exemplo, US National Institute of Health).

Embora o financiamento da 3M no caso do PFAS exemplifique um caso de CFI* institucional como defini anteriormente, também há sinais de CFI* individuais. Por exemplo, cinco dos sete autores de Newsted *et al.* (2017), cinco (incluindo o primeiro autor) de doze em Olsen *et al.* (2017), quatro de sete em Sundström *et al.* (2011), e um em seis em Torres *et al.* (2021) e em Andersen *et al.* (2021a) trabalharam na 3M. Além disso, um dos autores de Andersen *et al.* (2021b) foi um consultor pago para escritórios de advocacia envolvidos em litígios sobre PFAS tanto para autores quanto para réus. Existem também autores afiliados à *ScitoVation LLC* e *Ramboll US Corporation*, empresas com as quais a 3M tinha contratos (Cf. Sismondo 2018 para contratos de empresas farmacêuticas com empresas similares).

Nenhum artigo discutiu alternativas às PFAS. Sete deles focaram apenas no PFOA e/ou PFOS, as duas PFAS mais estudadas; os sete restantes incluíam um ou mais PFAS de cadeia curta, como o ácido perfluorobutano sulfônico (PFBS), que foi usado pela 3M como substituto do PFOA. Misturas foram objeto de Bjork *et al.* (2021), que investigou se misturas binárias de PFCAs ou PFSAs expressavam um efeito combinado inferior à soma do efeito de cada substância (a conclusão foi afirmativa), e de Colnot e Dekant (2022), que criticaram uma

abordagem de avaliação de mistura de 27 PFAS. Três artigos podem ser classificados como monitoramento ambiental (Newsted *et al.*, 2017; Olsen *et al.*, 2017; Sundström *et al.*, 2011).

Essas características gerais permitem diferentes conclusões. Mais importante, pode-se notar claramente uma importante decisão não precautória neste contexto: nenhum artigo pesquisou alternativas, uma das atividades mais enfatizadas na literatura da ciência precautória. Fazer pesquisas sobre misturas estava presente em apenas dois artigos, e essa falta de ênfase nas misturas também pode ser vista como não precautória, pois a ciência precautória sobre PFAS levaria significativamente mais artigos a analisar a avaliação ou exposição de misturas devido à ênfase de SCs em condições não isoladas de um objeto de pesquisa. Não obstante, a predição de que não haveria muitos artigos com CFI* sobre substitutos de cadeia curta nesta amostra não foi verificada. No entanto, um indicador mais preocupante foi observado.

Cinco artigos tinham como objetos explicações alternativas que poderiam minimizar as evidências epidemiológicas que ligam as PFAS a desfechos preocupantes, como endometriose (Ngueta *et al.* 2017), início precoce da menopausa (Ruark *et al.*, 2017), baixo peso ao nascer (Verner *et al.*, 2015), menarca tardia (Wu *et al.*, 2015) e todos eles em uma revisão (Andersen *et al.*, 2021a). Curiosamente, todos os artigos usaram um modelo computacional semelhante. Apenas um concluiu que a explicação alternativa não contribuiu substancialmente para o desfecho examinado (Ngueta *et al.*, 2017). Embora a busca por explicações alternativas sobre associações entre uma substância e um efeito prejudicial seja uma atividade perfeitamente legítima, quando CFI* estão presentes, a pesquisa tende a se concentrar nas explicações que poderiam minimizar as evidências e provavelmente será usada para questionar e atrasar ações regulatórias mesmo que ela seja epistemicamente confiável - afetando, assim, também o fazer e usar a ciência de maneira não precautória.

Isso é claramente mostrado no artigo de revisão, onde os autores afirmam que os conflitos entre pesquisas epidemiológicas e toxicológicas poderiam ser explicados, por exemplo, por uma maior sensibilidade em humanos, mas que eles optaram por avaliar o papel de viés farmacocinético (Andersen *et al.*, 2021b). Não surpreende, portanto, que tenhamos encontrado uma proporção elevada desse tipo de pesquisa nesta amostra (35,71%).

5.3.2 Fazer ciência

A pesquisa bibliográfica também permitiu constatar alguns impactos do CFI* no momento do "fazer ciência". Considere o design de alguns dos estudos. Por exemplo, o artigo

que concluiu que a concentração de PFOS investigada não suprimiu a resposta antiviral à infecção por gripe usou cepas virais e de camundongos diferentes do artigo que encontrou esse resultado (Torres *et al.*, 2021, p. 40), algo que neste contexto é um indicador preocupante (Cf. Wilholt, 2009, p. 94 para casos semelhantes).

Outro artigo pesquisou concentrações de PFAS em doadores de sangue adultos da Cruz Vermelha Americana em seis centros regionais de coleta de sangue: Boston, MA; Hagerstown, MD; Los Angeles, CA; Minneapolis-St. Paulo, MN; Portland, OR; e Charlotte, NC. Utilizando o *PFAS Project Lab* da *Northeastern University*,¹⁰⁹ é possível verificar que dois desses locais não possuem focos de contaminação (Boston e Hagerstown), um possui apenas um (Charlotte), outro possui dois (Minneapolis), outro possui quatro (Portland) e um está altamente contaminado (Los Angeles). Outras localizações geográficas também altamente contaminadas, como o sul de New Hampshire ou Detroit, MI não foram incluídas. A pesquisa concluiu um declínio contínuo de PFHxS, PFOS e PFOA nessas amostras. Poder-se-ia questionar como seriam os resultados se diferentes localidades fossem incluídas, mas aqui apenas observo que a inclusão de localidades sem focos de contaminação pode levar a subestimar a presença das PFAS analisadas, o que pode ser entendido como uma decisão não precautória.

5.3.3 Usar a ciência

Uma das questões prementes em relação às PFAS é como regulá-las, uma das atividades presente na categoria "usar a ciência". Como as PFAS são uma ampla classe de substâncias e há apenas evidências sobre algumas delas, parece que a abordagem tradicional de testar cada substância por vez e regulá-la individualmente não é viável nem uma abordagem razoável se se quiser proteger o meio ambiente ou a saúde humana. Portanto, algumas agências regulatórias, representantes das indústrias e pesquisadores têm proposto abordagens de agrupamento para as PFAS.

Agora, as abordagens de agrupamento para PFAS variam amplamente (Cousins *et al.* 2020a), mas seu potencial impacto sobre os fabricantes das PFAS é significativo a ponto de esse tema se tornar urgente para eles. Por exemplo, o *American Chemistry Council* (ACC), que representa as empresas PFAS por meio de sua subsidiária chamada *FluoroCouncil*, publicou recentemente um documento intitulado *PFAS Grouping: An Emerging Scientific Consensus* onde afirma que "(...) a proposta para regular todas as PFAS como uma única classe não é

¹⁰⁹ Disponível em: <<https://experience.arcgis.com/experience/12412ab41b3141598e0bb48523a7c940/>>. Último acesso em 27 Out 2022.

cientificamente precisa nem apropriada" (ACC, 2022; tradução minha)¹¹⁰. Eles mencionam declarações favoráveis de agências regulatórias e cientistas, e apenas um artigo contra um tipo específico de agrupamento financiado por eles (Goodrum *et al.*, 2020).

De fato, o debate sobre abordagens de agrupamento para PFAS é um exemplo interessante do impacto do CFI* na ciência precautória. De acordo com Cousins *et al.* (2020a), existem nove abordagens de agrupamento para PFAS que podem, para ele, ser classificadas em uma escala precautória com base em dois critérios: quantos PFAS são agrupados e requisitos de dados. Decrescentemente, temos então: (i) Abordagem P-suficiente, (ii) Persistência, Bioacumulação e Toxicidade (PBT)/abordagem muito Persistente e muito Bioacumulável (vPvB), (iii) Abordagem Persistente, Móvel e Tóxica (PMT)/Abordagem muito persistente e muito móvel (vPvM), (iv) Polímeros de baixa preocupação (PLC), (v) Abordagem *arrowhead*, (vi) Abordagem de organofluorados totais, (vii) Abordagem de toxicidade aditiva simples, (viii) Abordagem de fator de potência relativa e (ix) agrupar apenas PFAAs com o mesmo efeito adverso, modos e mecanismos de ação e toxicocinética.

(i) - (iv) são abordagens baseadas nas propriedades intrínsecas do PFAS, enquanto (v) - (ix) na estimativa de exposição cumulativa ou de efeitos para informar as avaliações de risco. Devido à sua importância para a presente discussão, deixe-me resumir brevemente essas estratégias de agrupamento.

(i) A abordagem *P-suficiente* foi proposta por Cousins *et al.* (2019a) e foi aplicada pela primeira vez pelo Departamento de Controle de Substâncias Tóxicas (DTSC) do Estado da Califórnia (Bălan *et al.*, 2021). Ela entende que as PFAS ou têm trechos altamente persistentes ou aquelas que não têm se transformam em trechos persistentes. Assim, todas as PFAS seriam geridas em conjunto. Para especificar as ações de gestão, pode-se distinguir entre os usos essenciais e não essenciais do PFAS, conforme definido por Cousins *et al.* (2019b), defendido por Kwiatkowski *et al.* (2020) e endossado por 205 cientistas na Declaração de Madri sobre substâncias poli e perfluoroalquil (PFASs) (Blum *et al.* 2015). Não é de surpreender que a Declaração de Madri tenha sido criticada por um relatório do *FluoroCouncil* da seguinte maneira: "O FluoroCouncil poderia apoiar muitas dessas recomendações de políticas se fossem limitadas a PFASs de cadeia longa" (Bowman, 2015, p. A 112; tradução minha)¹¹¹.

¹¹⁰ No original: "(...) a proposal to regulate all PFAS as a single class is neither scientifically accurate nor appropriate".

¹¹¹ No original: "The FluoroCouncil could support many of these policy recommendations if they were limited to long-chain PFASs".

(ii) *Persistência, Bioacumulação e Toxicidade (PBT)/abordagem muito persistente e muito bioacumulável (vPvB)* é uma estrutura regulatória bem estabelecida. A própria distinção entre as PFAS de cadeia curta e de cadeia longa é baseada em seu potencial de bioacumulação e, conseqüentemente, elas seriam reguladas de forma diferente. Não obstante, existem PFAS bioacumulativas que não são abrangidos por esta distinção e os critérios de bioacumulação por si só podem não ser suficientes para lidar com a exposição às PFAS. Além disso, esta abordagem é mais intensiva em dados do que (i), que não requer nenhum dado.

(iii) A abordagem *Persistente, Móvel e Tóxica (PMT)/muito Persistente e muito Móvel (vPvM)* foi proposta pela Agência Ambiental Alemã para identificar substâncias nocivas para fontes de água potável. Ao aplicá-la às PFAS, PFAAS de cadeia curta e alternativas de cadeia longa, por exemplo, seriam cobertos. No entanto, Cousins *et al.* (2020a, p. 1449) destacam que, quando combinada com (ii), esta abordagem também cobriria uma ampla gama de substâncias muito persistentes, o que quase equivaleria à abordagem (i).

(iv) *Polímeros de baixa preocupação (PLC)* foi defendido por Henry *et al.* (2018). Ao revisar os dados de toxicidade de fluoropolímeros, dados clínicos humanos e propriedades físico-químicas, eles argumentam que fluoropolímeros como o politetrafluoretileno (PTFE) satisfazem os critérios da OCDE para polímeros considerados como tendo impactos ambientais e de saúde humanos insignificantes, os chamados polímeros de baixa preocupação (PLC). Conforme observado por Cousins *et al.* (2020a, p. 1449; tradução minha)¹¹², "a classificação como PLC pode isentar os fabricantes de certos fluoropolímeros de certos requisitos de notificação regulatória". Trata-se, então, de uma abordagem de agrupamento que objetiva isentar algum grupo de PFAS de determinada regulação; ela não é, então, precautória, apesar de constar em quarto lugar na escala de Cousins *et al.* (2020a). Seja como for, uma das limitações da proposta de Henry *et al.* (2018) é que os dados revisados por eles se limitaram à fase de uso de fluoropolímeros. Ora, a fabricação e a gestão de resíduos de fluoropolímeros podem ser preocupantes devido, dentre outras coisas, às emissões de outras PFAS durante o processo de incineração (Cf. Lohman *et al.* 2020).

(v) Abordagem *Arrowhead* "(...) é definida quando uma PFAS representativa (geralmente uma PFAA) é gerida junta com seus sais e precursores" (Cousins *et al.* 2020a, p. 1450; tradução minha)¹¹³. É a abordagem atualmente dominante para agrupar PFAS. Por

¹¹² No original: "[c]lassification as PLC may exempt the manufacturers of certain fluoropolymers from certain regulatory notification requirements".

¹¹³ No original: "(...) is defined as when a representative PFAS (usually a PFAA) is managed together with its salts and precursors".

exemplo, a Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) se aplica ao "PFOA [o PFAS representativo], seus sais e compostos relacionados ao PFOA". Essa abordagem requer dados sobre esquemas de degradação e uma de suas limitações é que não há uma lista completa de precursores de PFAAs.

(vi) A abordagem *organofluorados totais* é atualmente usada na Dinamarca. O flúor total (FT) é uma medida da "soma de todo o flúor enquanto um substituto para todas as substâncias fluoradas inorgânicas e orgânicas em uma amostra" (Cousins *et al.* 2020a, p. 1451; tradução minha)¹¹⁴. Assim, ela pode ser uma maneira rápida de rastrear se há níveis baixos ou altos de PFAS em uma amostra. No entanto, não se sabe quais PFAS estão representados, e ela também pode incluir compostos organofluorados que não são PFAS. Cousins *et al.* (2020a) mencionam os cinco artigos a seguir como favoráveis a essa abordagem: Robel *et al.* (2017), McDonough *et al.* (2018), Tokranov *et al.* (2018), Schultes *et al.* (2019) e Key *et al.* (1997).

(vii) A abordagem de *toxicidade aditiva simples* é baseada na ideia de estabelecer um limite para a soma das concentrações de algumas PFAS, conforme a recomendação da EPA para água potável de 70ng L⁻¹ para PFOA e PFOS. Embora possa ser vista como uma abordagem protetora porque a toxicidade aditiva é baseada na PFAS mais tóxica, a toxicidade das misturas pode não ser aditiva e algumas PFAS são negligenciadas.

(viii) A abordagem do *fator de potência relativa* foi proposta pelo Instituto Nacional Holandês de Saúde Pública e Meio Ambiente (Zeilmaker *et al.* 2020). Grosso modo, sua ideia principal é avaliar misturas de PFAS comparando-as com unidades de PFOA. Para que isso seja possível, porém, um conjunto de dados de toxicidade comparáveis para compostos individuais de PFAS deve estar disponível. No caso acima, havia apenas dados de 11 PFAS. Portanto, essa abordagem é mais intensiva em dados do que as outras.

(ix) agrupar apenas *PFAS com o mesmo efeito adverso, modos e mecanismos de ação, e toxicocinética* é a abordagem mais intensiva em dados. Além disso, como não há consenso sobre os mecanismos de ação mesmo das PFAS mais estudadas, mesmo elas não serão agrupadas. Pode-se, então, classificar tal abordagem como não precautória em vez de a menos precautória.

¹¹⁴ No original: "(...) the sum of all fluorine as a surrogate for all inorganic and organic fluorinated substances in a sample".

A partir de uma análise das referências de Cousins *et al.* (2020a) e de um novo levantamento bibliográfico feito na Web of Science™ utilizando os comandos "(PFAS) AND ((class) OR (group) OR (grouping))" (n final = 9), foi possível obter as seguintes conclusões.¹¹⁵

Conforme predito, os artigos sem CFI* defenderam abordagens de agrupamento mais precautórias ou criticaram aquelas menos precautórias: Cousins *et al.* (2020b) e Bălan *et al.* (2021) defenderam (i); Kwiatowski *et al.* (2020), uma abordagem próxima de (i), e Robel *et al.* (2017), McDonough *et al.* (2018), Tokranov *et al.* (2018) e Schultes *et al.* (2019) (vi). Zeilmaker *et al.* (2018), por fim, defendeu (viii).

Artigos com CFI* ou defenderam abordagens de agrupamento menos precautórias ou criticaram as mais precautórias: Henry *et al.* (2018) defenderam (iv); Singh e Papanastasiou (2020) criticaram a abordagem próxima a (i) de Kwiatowski *et al.* (2020) e sugeriram algo próximo de (ix); Goodrum *et al.* (2021) criticaram (vii) e (viii), e propuseram (vii) baseada em mais dados de toxicidade; Buck *et al.* (2021) rejeitaram (i) e, após identificarem 256 PFAS comercialmente relevantes, classificaram-nas mediante estrutura e composição em cinco subclasses que poderiam ser usadas para avaliação de risco - uma abordagem próxima a (iii); Colnot e Dekant (2022) propuseram (viii) para apenas 14 PFAS em vez de 27 conforme uma proposta regulatória.

Sete de oito autores em Henry *et al.* (2018) são empregados por empresas do ramo do flúor, sendo que dois deles trabalharam anteriormente na EPA (sinal do fenômeno *revolving doors*, Scheffer *et al.* 2020). Singh e Papanastasiou (2020) são ambos afiliados a um fabricante de produtos químicos fluorados. Goodrum *et al.* (2021) foram financiados pelo *FluoroCouncil* do ACC. E todos os autores de Buck *et al.* (2021) são empregados por empresas de flúor, sendo que um deles é diretor de uma empresa de consultoria cujos "esforços foram realizados em benefício de meu antigo empregador (DuPont) e de cada um dos grupos da indústria".¹¹⁶

Curiosamente, abordagens mais precautória como (i) foram classificadas como "subjetivas" por artigos com CFI* e opostas a "abordagens orientadas por dados" (Buck *et al.*, 2021, p. 1052), ou a "abordagens metodológicas mais precisas e orientada pela ciência" (Singh *et al.*, 2021, p. 193). Esta forma de enquadrar os resultados é não precautória porque, dentre

¹¹⁵ Não discuto aqui o artigo de Anderson *et al.* (2022) intitulado *Grouping of PFAS for human health risk assessment: Findings from an independent panel of experts* e financiado pela ACC. Como se trata de um painel com onze especialistas que responderam a questões diversas sobre PFAS online, uma análise das respostas deles merece um trabalho a parte. Seja como for, apenas aponto que as perguntas propostas aos especialistas confundem abordagens de agrupamento para avaliação ou para gestão de riscos. Tal confusão é explicitada pelos próprios especialistas. Não obstante, a conclusão do artigo é de que não há consenso em abordagens para agrupar PFAS.

¹¹⁶ No original: "(...) efforts have been carried out for the benefit of both my former employer (DuPont) and each of the industry groups". Disponível em: <<http://www.beachedgeconsulting.com/advocacy.html>>. Último acesso em 25. nov. 2022..

outras razões, não reconhece juízos de valor mesmo em temas como o agrupamento de PFAS para fins regulatórios, contrariando a precaução epistêmica.

Também relacionada à maneira de enquadrar resultados, o modo da indústria de falar sobre o conceito de essencialidade o vincula às PFAS em geral, em vez de aos usos do PFAS: o site da ACC, por exemplo, diz "*FluoroTechnology* é essencial para a vida moderna". Essa diferença é sutil, mas seu foco é significativamente diferente: se as próprias substâncias são essenciais, pareceria bizarro falar sobre sua eliminação; agora, se alguns usos dessas substâncias são essenciais, então pode-se buscar substâncias alternativas que permitam esses mesmos usos.

5.3.4 Gerir a ciência

De qualquer forma, CFI* no caso das PFAS também impacta outros momentos da ciência de forma que dificulta a ciência precautória. Irei me concentrar agora no "gerir a ciência". Considere primeiro como as informações são compartilhadas entre os cientistas. Apesar da afirmação do *FluoroCouncil* de que "qualquer alegação de que há dados mínimos publicamente disponíveis sobre os perigos e riscos dessas substâncias [PFAS de cadeia curta] é simplesmente incorreta" (Bowman, 2015, p. A115; tradução minha)¹¹⁷, isso está longe de ser o caso. Conforme já discutido por outros autores (Cf. Krafft, 2015, p. 205; Richter, Cordner & Brown, 2020, pp. 12-13; Wagner & Gold, 2022, p. 140), instrumentos jurídicos como Informações Comerciais Confidenciais (ICC), que permite aos fabricantes reivindicar confidencialidade sobre informações sobre seus produtos (por exemplo, a estrutura de um produto químico, o volume produzido etc.) por motivos de concorrência, têm consequências problemáticas nesse contexto.

Por exemplo, de acordo com a Lei de Controle de Substâncias Tóxicas dos EUA (TSCA), os funcionários da EPA que compartilham ICC estão sujeitos a prisão e multas. Além disso, mesmo as informações relacionadas à Seção 8 (e) da TSCA, que exige que os fabricantes relatem informações sobre uma substância que apoiem a conclusão de que ela "apresenta um risco substancial de danos à saúde ou ao meio ambiente", podem ser consideradas confidenciais. Uma revisão de 100 submissões à Seção 8 (e) para produtos químicos fluorados de 2007 a 2015 descobriu que 85% não divulgaram o nome do produto químico e 55%, o nome da empresa (Andrews & Walker, 2015, p. 14). Portanto, os cientistas ou são impedidos de compartilhar

¹¹⁷ No original: "[a]ny claim that there are minimal data publicly available on the hazards and risks of these substances [short-chain PFAS] is simply incorrect".

informações importantes entre si ou não têm acesso a elas, o que não apenas prejudica normas científicas, como a transparência, mas também torna a pesquisa sobre novos produtos químicos, como substitutos das PFAS de cadeia longa, extremamente desafiadora. Em outras palavras, isso também dificulta a capacidade dos cientistas de pesquisar alertas precoces e, conseqüentemente, impacta o momento "direcionar a ciência" também de maneira não precautória.¹¹⁸

Outro efeito de CFI* no presente contexto refere-se a como artigos científicos são criticados na comunidade científica. Um exemplo já foi discutido em Michaels (2020): Grandjean *et al.* (2012) encontraram uma associação entre exposição a compostos perfluorados e resposta imune reduzida a imunizações infantis de rotina; meses depois, uma carta publicada na mesma revista por cientistas da 3M criticava o estudo e concluía, após mencionar quatro artigos (dois dos quais tinham CFI* com a própria 3M), que o que afirmavam: "(...) deveria ser reconfortante para aqueles que se preocupam com o sistema imunológico, doenças infecciosas infantis e PFCs" (Zobel *et al.*, 2012; tradução minha)¹¹⁹; anos depois, documentos revelaram pesquisas internas da 3M desde 1978 mostrando o impacto do PFAS no sistema imunológico. Mais recentemente, o artigo de Cousins *et al.* (2022) sobre níveis em excesso de PFAS na água da chuva foi agressivamente atacado por uma postagem no site do ACC (ACC, 2022).

Além disso, CFI* parecem produzir um fenômeno negligenciado que chamarei de retaliação agnotológica: depois que uma substância nociva é restringida pela primeira vez no Norte Global, seus fabricantes movem seus esforços para os países do Sul Global e minimizam os riscos de seus produtos. Isso aconteceu com as PFAS na China, conforme relatado por Lerner (2016a; tradução minha)¹²⁰. Segundo ela, depois que a EPA acusou a Dupont pela primeira vez em 2004 por não relatar os riscos do PFOA:

(...) dois funcionários seniores do escritório da DuPont em Pequim participaram de um *talk show* no sina.com, um dos maiores sites em língua chinesa, oferecendo garantias de que não havia ligação entre o PFOA e riscos à saúde, e observando que "os requisitos de relatórios administrativos nos EUA" levou a um "mal-entendido sobre a qualidade dos produtos". Em seu site chinês, a DuPont proclamou que a empresa usou o produto químico "com

¹¹⁸ Veja Lerner (2016b) sobre as dificuldades em pesquisar o substituto do PFOA da Dupont. Veja também Torres *et al.* (2022, p. 3) sobre o fracasso da indústria em divulgar informações cruciais sobre PFAS no Brasil.

¹¹⁹ No original: "(...) should be reassuring to those concerned with the immune system, childhood infectious diseases, and PFCs".

¹²⁰ No original: "(...) two senior staff members from DuPont's Beijing office took part in a talk show on sina.com, one of the largest Chinese-language websites, offering assurances that there was no link between PFOA and health hazards and noting that 'administrative reporting requirements in the U.S.' had led to a 'misunderstanding about the quality of the products.' On its Chinese website, DuPont proclaimed that the company had used the chemical 'safely' for 50 years and, according to the story, that 'there is no PFOA in Teflon product'".

segurança” por 50 anos e, segundo a história, que “não há PFOA no produto Teflon”.

Outro caso de retaliação agnotológica (uma estratégia agnotológica que, até onde eu sei, não foi nomeada e especificamente investigada antes) seria a estratégia dos fabricantes de opioides após quedas nas vendas e ações judiciais nos EUA. Conforme relatado por Ryan, Girion e Glover (2016), eles moveram seus esforços para países localizados em lugares como a América Latina, aonde o que Sismondo (2018) chama de líderes de opinião foram minimizar os riscos da dependência de opioides. Essa situação pode não apenas promover ignorância e, então, dificultar a capacidade de pesquisa dos cientistas, mas também promover crises evitáveis: o Brasil, por exemplo, enfrenta atualmente sua crise de opioides (Batista Jr., 2022), quinze anos após a primeiro processo nos EUA contra um dos principais fabricantes de opioides.

5.4 Possíveis soluções

Neste capítulo, investiguei se CFI* podem impactar a pesquisa científica e a tomada de decisão institucional relacionada a ela de maneiras que tendem a promover decisões não precautórias. Depois de refinar o CFI em CFI*, apresentar as PFAS e esclarecer minha hipótese, a investiguei principalmente com base na literatura sobre abordagens de agrupamento de PFAS e em uma amostra financiada por um dos principais fabricantes de PFAS. Essa investigação permitiu-me verificar a minha hipótese: o impacto do CFI* em todas as fases da ciência a empurrou para decisões não precautórias. Mais preocupantemente, mostrei que essas decisões não se limitam a um período de tempo nem a uma localização geográfica específica. Isso não implica, no entanto, que todas as pesquisas de PFAS com CFI* farão necessariamente o mesmo. No entanto, os resultados aqui descritos não apenas mostram que uma proporção significativa deles o faz, mas, mais importantemente, que eles têm consequências importantes para as sociedades que aspiram a proteger o meio ambiente ou a saúde humana.

Assim sendo, uma questão natural que surge é quais soluções poderiam existir para tais problemas. De imediato, as considerações acima conduzem a descartar uma das soluções mais comumente avançadas, a saber, a mera declaração de CFI* na publicação de artigos científicos. Ora, não apenas a declaração de CFI* não impede as consequências maléficas apontadas neste capítulo, como também há pesquisas segundo as quais elas podem produzir até mais dano do que a ausência dela, uma vez que é difícil para cientistas que leem artigos com CFI* saber o quanto CFI* estão de fato impactando a pesquisa em questão: em alguns casos, a declaração de

CFI* pode levar inclusive a um aumento de confiança dos leitores em vez de perda dela (Cf. Elliott, 2008).

Com base em M-CV (Capítulo 4), uma proposta alternativa seria a institucionalização do pluralismo estratégico. A partir da presença de SDs e SCs e das perspectivas de valor com as quais tais estratégias estão em relação de reforço mútuo, alguns dos problemas evidenciados seriam pelo menos limitados. Por exemplo, marcos regulatórios que assumem como pressuposto a toxicidade de determinadas substâncias em vez da sua não toxicidade e, assim, instanciam uma aplicação da precaução epistêmica presente em SCs, podem estimular pesquisas por alternativas, evitar problemas de confidencialidade relacionados a ICC, e desestimular pesquisas com CFI* que visem desqualificar abordagens de agrupamento mais precautórias. A proliferação de SCs também forneceria um contexto melhor para que pesquisas com CFI* e que apresentem os problemas tais como design dos estudos que favorecem alguma hipótese, busca específica por fatores de confusão, e retaliação agnotológica sejam mais fortemente criticadas.

Não obstante, é importante notar que o pluralismo estratégico limitaria os efeitos das CFI*, mas não os impediria. Assim, um crítico poderia alegar que se trata de uma proposta de solução fraca para os problemas apontados dos CFI*. Autores como Brown (2017) no contexto de uma discussão sobre a pesquisa biomédica, por exemplo, defende que toda pesquisa dessa área deveria ser financiada publicamente, a única solução que, para ele, evitaria problemas como os aqui citados e que permitiria a investigação de temas que não geram lucros à indústria.

Em minha interpretação, o problema de propostas como as de Brown (2017) é a ausência de um caminho a partir da configuração atual da ciência para semelhante situação.¹²¹ Em outras palavras, parece razoável que a situação ideal para lidar com CFI* seja impedir qualquer interferência de agentes privados com CFI* no financiamento, realização, aplicação e comunicação da ciência, dadas suas consequências nefastas e bem documentadas na literatura. Um sistema de financiamento público para áreas politicamente relevantes seria, então, uma solução interessante. No entanto, a ausência de direções para tal solução no contexto atual, em que 60% do financiamento da ciência e tecnologia dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2015) é feito pelo setor privado, enfraquece tal proposta. Desse modo, parece-me que, a curto e médio prazo, a proposta do pluralismo estratégico seja mais justificada por justamente fornecer recomendações imediatas.

¹²¹ Manuela Fernandez-Pinto (2015) aponta o mesmo problema no ideal da ciência bem-ordenada de Kitcher.

Considerações finais

No livro ficcional de Oreskes e Conway (2014) citado na introdução, o "Período da Penumbra" (1988-2093) termina apenas após a liberação intencional de um fungo de laboratório que consegue, em vinte anos, recuperar as condições atmosféricas anteriores e, assim, diminuir e interromper os eventos catastróficos das últimas três décadas de tal época: "O Grande Colapso e A Migração em Massa". Esta Tese buscou indicar um caminho alternativo amparada no PP e na ciência precautória.

Vários dos autores aqui citados partiram do diagnóstico de que a ciência é *parte* dos problemas relacionados ao atraso em combater riscos ao meio ambiente ou à saúde humana e, então, buscaram reorganizá-la de modo a pelo menos mitigar tal situação. Sob o rótulo da ciência precautória, cientistas de diversas formações não apenas propuseram mudanças na atividade científica, como, em alguns casos mencionados, agiram e fomentaram pesquisas em harmonia com elas.

Conforme apontei, contudo, o ideal da ciência precautória tinha lacunas diversas. Buscando remediá-las, apresentei no primeiro capítulo uma definição mínima do PP, propus uma classificação unificada de suas diversas interpretações (regra de decisão, regra epistêmica, requerimento procedimental, interpretação fraca vs. interpretação forte), e expus práticas de criação de ignorância sobre ele. No segundo capítulo, defendi que críticos das relações entre o PP e a ciência assumem o ideal da ciência livre de valores. Após defini-lo e comentar seis críticas a tal ideal, pude concluir que quem o assume não está em melhor posição de quem defende as relações entre o PP e a ciência, como a ciência precautória. Garantida essa plausibilidade inicial para ela e em posse das clarificações sobre o PP, me voltei à ciência precautória propriamente dita.

Nesse sentido, no capítulo 3, apresentei uma sistematização da literatura prévia sobre a ciência precautória. Comentei cada uma das prescrições comumente defendidas por seus autores, ilustrando-as com diversas pesquisas das ciências ambientais. Em sequência, propus uma definição da interpretação epistêmica do PP que conseguia captar algumas das prescrições anteriores e de maneira contextual a partir da noção de risco indutivo. A precaução epistêmica e a ciência precautória, afirmei, levantam objeções importantes que demandavam alguma abordagem da área de valores na ciência.

No capítulo 4, então, defini a ciência precautória via o modelo das interações entre as atividades científicas e os valores. Para isso, expus tal modelo e a perspectiva de valor da justiça ambiental e imparcialidade intergeracional. Defini-a a, portanto, do seguinte modo: ciência

relevante para políticas públicas e para o exercício da responsabilidade dos cientistas realizada por estratégias sensíveis ao contexto, em meio ao pluralismo estratégico, com a presença da precaução epistêmica e cuja adoção está em relação de reforço mútuo com a perspectiva de valor da justiça ambiental e imparcialidade intergeracional. Com a definição enunciada, logrei acomodar mais prescrições da literatura prévia sobre a ciência precautória de uma maneira contextual, explicar a relação do PP com a ciência precautória, e, finalmente, responder as objeções levantadas.

Finalmente, no capítulo 5, me detive em investigar se conflitos financeiros de interesse na pesquisa científica e decisões institucionais relacionadas a ela são um importante obstáculo para a ciência precautória. Para investigar tal hipótese, mobilizei um estudo de caso relativo à poluição por substâncias per e -polifluoroalquiladas. A partir da análise de amostras de artigos e da literatura a respeito, conclui afirmativamente e apontei possíveis soluções com base no modelo das interações.

Em conjunto, tais capítulos que vão do PP à ciência precautória e vice-versa visaram dar maior substância a tal ideal. Entretanto, conforme o próprio modelo das interações prediz, a ciência precautória não é apenas dependente de cientistas e instituições científicas que favoreçam a perspectiva de valor da justiça ambiental e imparcialidade intergeracional, mas também de que tal perspectiva seja incorporada em maior grau na sociedade.

Ainda assim, cabe questionar: consegue a ciência precautória conforme aqui fundamentada aproximar-se em maior grau do seu objetivo de evitar danos incertos ao meio ambiente ou à saúde humana, seja corrigindo, antecipando ou complementando casos reativos do PP? Entendo que sim por duas razões.

A primeira delas refere-se ao caráter contextual da definição de ciência precautória aqui proposta, o que não apenas difere da literatura anterior, mas também é mais sensível às especificidades contextuais de cada pesquisa. A segunda razão remete à consequência da ciência precautória via M-CV forçar-se mais em aspectos institucionais relacionados ao risco indutivo. Gestões de riscos indutivos nessa seara tem um impacto maior do que apenas aquela relacionada à gestão individual de cada cientista em sua pesquisa.

Para pesquisas futuras relacionadas a essa temática, me parece, portanto, que uma linha profícua seja justamente um maior desenvolvimento do nível institucional da ciência precautória. Questões relativas a outras maneiras de institucionalizá-la além das citadas, ao embate político entre ela e outras concepções das atividades científicas, à sua relação com instituições científicas ou disciplinas (*e.g.*, economia ecológica, química verde) já existentes são exemplos de questões relevantes para sua maior efetividade.

Referências

- ACC. **PFAS Grouping: An Emerging Scientific Consensus**. 2022. Available at: <<https://www.americanchemistry.com/chemistry-in-america/chemistries/fluorotechnology-perand-polyfluoroalkyl-substances-pfas>>. Last access on 27 October 2022.
- ACKERMAN, F.; HEINZERLING, L. Pricing the Priceless. In: ACKERMAN, F. **Poisoned for pennies: the economics of toxics and precaution**. Washington: Island Press, 2008.
- ACSELRAD, H. Ambientalização das lutas sociais - o caso do movimento por justiça ambiental. **Estudos Avançados**, v. 24, p. 103–119, 2010.
- ADLER, J. **More sorry than safe**. CEI UpDate, vol. 12, n. 10, 1999. Disponível em: <<https://www.industrydocuments.ucsf.edu/docs/sngk0228>>. Acesso em 12 mar 2021.
- AGYEMAN, J. et al. Trends and Directions in Environmental Justice: From Inequity to Everyday Life, Community, and Just Sustainabilities. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 41, n. 1, p. 321–340, 2016.
- AHTEENSUU, M.; SANDIN, P. The precautionary principle. In: ROESER, S. *et al.* **Handbook of Risk Theory**. Vol. 2. Dordrecht: Springer, 2012.
- ALDRED, J. Justifying precautionary policies: Incommensurability and uncertainty. **Ecological Economics**, vol. 96, p. 132-140, 2013.
- ALEXANDROVA, A. Can the Science of Well-Being Be Objective? **The British Journal for the Philosophy of Science**, v. 69, n. 2, p. 421–445, 1 jun. 2018.
- ALVES, S. **Quando estudar agrotóxicos vira caso de perseguição. o Joio e O Trigo**, 28 jul. 2022. Disponível em: <<https://ojoioetrigo.com.br/2022/07/quando-estudar-agrotoxicos-vira-caso-de-perseguiacao/>>. Acesso em: 7 abr. 2023
- ANDERSON, E. Knowledge, Human Interests, and Objectivity in Feminist Epistemology. **Philosophical Topics**, v. 23, n. 2, p. 27–58, 1995.
- ANDERSON, E. Uses of Value Judgments in Science: A General Argument, with Lessons from a Case Study of Feminist Research on Divorce. **Hypatia**, v. 19, n. 1, p. 1–24, 2004.
- ANDERSEN, M. E. et al. Using quantitative modeling tools to assess pharmacokinetic bias in epidemiological studies showing associations between biomarkers and health outcomes at low exposures. **Environmental Research**, v. 197, p. 111183, jun. 2021a.
- ANDERSEN, M. E. et al. Why is elevation of serum cholesterol associated with exposure to perfluoroalkyl substances (PFAS) in humans? A workshop report on potential mechanisms. **Toxicology**, v. 459, p. 152845, jul. 2021b.
- ANDERSON, J. K. et al. Grouping of PFAS for human health risk assessment: Findings from an independent panel of experts. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 134, p. 105226, 1 out. 2022.

ANTONIOU, E. et al. Immunomodulation and exposure to per- and polyfluoroalkyl substances: an overview of the current evidence from animal and human studies. **Archives of Toxicology**, v. 96, n. 8, p. 2261–2285, ago. 2022.

ARCURI, A. **The Case for a Procedural Version of the Precautionary Principle: Erring on the Side of Environmental Preservation**. Rochester: Social Science Research Network, 2007.

ARROW, K. J. et al. Intertemporal Equity and Discounting. In: MUNASINGHE, M. **Global climate change: economic and policy issues**. Washington: The World Bank, 1995.

ASLAKSEN, I.; GLOMSRØD, S.; MYHR, A. I. Post-normal science and ecological economics: strategies for precautionary approaches and sustainable development. **International Journal of Sustainable Development**, v. 16, n. 1/2, p. 107, 2013.

ATTFIELD, R. The Precautionary Principle and Moral Values. In: O'RIORDAN, T.; CAMERON, J. **Interpreting the Precautionary Principle**. London: Cameron May, 1994.

AVEN, T. On Different Types of Uncertainties in the Context of the Precautionary Principle. **Risk Analysis**, Vol. 31, No. 10, p. 1515-1525, 2011.

BACON, Francis. **Novum Organum; Nova Atlândida**. Tradução e notas de José Aluysio Reis de Andrade. São Paulo: Abril Cultural (Os Pensadores), 1999.

BĀLAN S. A. et al. Regulating PFAS as a Chemical Class under the California Safer Consumer Products Program. **Environmental Health Perspectives**, v. 129, n. 2, p. 025001, 2021.

BARBOSA, M. Formas de autonomia da ciência. **São Paulo**, v. 9, n. 3, p. 35, 2011.

BARRETT, K.; RAFFENSPERGER, C. Precautionary science. In: RAFFENSPERGER, C.; TICKNER, J. (eds.). **Protecting Public Health and the Environment: Implementing the Precautionary Principle**. Washington: Island Press, 1999.

BEDER, S. The Dioxin Controversy: Spilling Over into Schools. **Australian Science Teachers' Journal**, pp. 28-34, 1998.

BIDDLE, J. State of the field: Transient underdetermination and values in science. **Studies in History and Philosophy of Science Part A**, v. 44, n. 1, p. 124–133, mar. 2013.

BIELLO, D. Mixing It Up. **Scientific American** (May 10). Dispon. vel em: <<http://www.sciam.com/article.cfm?id=mixing-it-up>>. .ltimo acesso em 18 aug 2022.

BIRCH, J. **Applying the precautionary principle to pandemics**. Preprint. 2021. Available at: <<https://philpapers.org/rec/BIRATP>>. Last access on March 30, 2022.

BJORK, J. A. et al. Transcriptional effects of binary combinations of PFAS in FaO cells. **Toxicology**, v. 464, p. 152997, dez. 2021.

- BLAKE, M. Welcome to Beautiful Parkersburg, West Virginia Home to one of the most brazen, deadly corporate gambits in U.S. history. **Huffington Post**. 2015. Disponível em: <<https://highline.huffingtonpost.com/articles/en/welcome-to-beautiful-parkersburg/>>. Acesso em 20 mai 2022.
- BLUM, A. et al. The Madrid Statement on Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs). **Environmental Health Perspectives**, v. 123, n. 5, p. A107–A111, maio 2015.
- BOEHMER-CHRISTIANSEN, S. The precautionary principle in Germany: enabling government. In: O'RIORDAN, T.; CAMERON, J. (Eds.). **Interpreting the Precautionary Principle**. Londres: Earthscan, 1994.
- BONNEY, R. et al. Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. **BioScience**, v. 59, n. 11, p. 977–984, 1 dez. 2009.
- BOWMAN, J. S. Fluorotechnology Is Critical to Modern Life: The FluoroCouncil Counterpoint to the Madrid Statement. **Environmental Health Perspectives**, v. 123, n. 5, p. A112–A113, maio 2015.
- BOYER-KASSEM, T. Is the Precautionary Principle Really Incoherent? **Risk Analysis**, vol. 37, n. 11, p. 2026-2034, 2017a.
- BOYER-KASSEM, T. The Precautionary Principle Has Not Been Shown to Be Incoherent: A Reply to Peterson: Response. **Risk Analysis**, v. 37, n. 11, p. 2039–2040, nov. 2017b.
- BRAVO, P. Navigating through the Precautionary Principle(s). **Kriterion**, Belo Horizonte, nº 155, Ago./2023, p. 329-348, 2023.
- BRIDGES, J. W.; BRIDGES, O. Hormones as growth promoters: the precautionary principle or a political risk assessment? In: HARREMOËS, P. et al. (eds.). **Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000**, Environmental issue report no. 22. Copenhagen: European Environment Agency, 2001.
- BRIGHT, L. K. Du Bois' democratic defence of the value free ideal. **Synthese**, v. 195, n. 5, p. 2227–2245, maio 2018.
- BRODY, H, *et al.* Map-making and myth-making in Broad Street: the London cholera epidemic, 1854. **The Lancet**, vol. 356, p. 64-68, 2000.
- BROWN, J. R. Socializing Medical Research. In: ELLIOTT, K. C; STEEL, D. (eds.). **Current Controversies in Values and Science**. New York: Routledge, 2017.
- BROWN, D. A. Lessons Learned from IPCC's Underestimation of Climate Change Impacts About the Need for a Precautionary Climate Change Science. In: WESTRA, L.; BOSSELMANN, K. FERMEGLIA, M. (eds) **Ecological Integrity in Science and Law**. Cham: Springer International Publishing, 2020.
- BRYSSSE, K. et al. Climate change prediction: Erring on the side of least drama? **Global Environmental Change**, v. 23, n. 1, p. 327–337, fev. 2013.

BUCHAK, L. **Risk and Rationality**. Oxford: Oxford University Press, 2013.

BUHL-MORTENSEN, L. Type-II statistical errors in environmental science and the precautionary principle. **Marine Pollution Bulletin**, v. 32, n. 7, p. 528–531, jul. 1996.

CALLICOTT, J. B.; CROWDER, L. B.; MUMFORD, K. Current Normative Concepts in Conservation. **Conservation Biology**, v. 13, n. 1, p. 22–35, fev. 1999.

CEZAR, F. G.; ABRANTES, P. C. C. PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO: CONSIDERAÇÕES EPISTEMOLÓGICAS SOBRE O PRINCÍPIO E SUA RELAÇÃO COM O PROCESSO DE ANÁLISE DE RISCO. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 38, 2003.

CHISHOLM, A.; CLARKE, H. Natural resource management and the precautionary principle. In: DOMMEN, E. (ed.). **Fair Principles for Sustainable Development: Essays on Environmental Policy and Developing Countries**. Cheltenham: 1993.

CHOGLUECK, C. The Error Is in the Gap: Synthesizing Accounts for Societal Values in Science. **Philosophy of Science**, v. 85, n. 4, p. 704–725, out. 2018.

CHURCHMAN, C. W. Statistics, Pragmatics, Induction. **Philosophy of Science**, v. 15, n. 3, p. 249–268, 1948.

COLNOT, T.; DEKANT, W. Commentary: cumulative risk assessment of perfluoroalkyl carboxylic acids and perfluoroalkyl sulfonic acids: what is the scientific support for deriving tolerable exposures by assembling 27 PFAS into 1 common assessment group? **Archives of Toxicology**, 17 ago. 2022.

COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS. **Comunicação da Comissão relativa ao princípio da precaução**, 2000, 1 final. Disponível em <<https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52000DC0001&from=PT>>. Acesso em 12 mar 2021.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE A ÉTICA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E DA TECNOLOGIA (COMEST). **The Precautionary Principle**. Paris: UNESCO, 2005

CONTESSA, G. On the mitigation of inductive risk. **European Journal for Philosophy of Science**, v. 11, n. 3, p. 64, 7 jul. 2021.

CORDNER, A. et al. Guideline levels for PFOA and PFOS in drinking water: the role of scientific uncertainty, risk assessment decisions, and social factors. **Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology**, v. 29, n. 2, p. 157–171, mar. 2019.

COUSINS, I. T. et al. Why is high persistence alone a major cause of concern? **Environmental Science: Processes & Impacts**, v. 21, n. 5, p. 781–792, 22 maio 2019a.

COUSINS, I. T. et al. The concept of essential use for determining when uses of PFASs can be phased out. **Environmental Science: Processes & Impacts**, v. 21, n. 11, p. 1803–1815, 2019b.

COUSINS, I. T. et al. Strategies for grouping per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) to protect human and environmental health. **Environmental Science: Processes & Impacts**, v. 22, n. 7, p. 1444–1460, 2020a.

COUSINS, I. T. et al. The high persistence of PFAS is sufficient for their management as a chemical class. **Environmental Science: Processes & Impacts**, v. 22, n. 12, p. 2307–2312, 16 dez. 2020.

COUSINS, I. T. et al. Outside the Safe Operating Space of a New Planetary Boundary for Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS). **Environmental Science & Technology**, v. 56, n. 16, p. 11172–11179, 16 ago. 2022.

COYNE, L. **Hans Jonas: life, technology and the horizons of responsibility**. New York: Bloomsbury Academic, 2021.

CRANOR, C. F. Some Moral Issues in Risk Assessment. **Ethics**, v. 101, n. 1, p. 123–143, 1990.

CRANOR, C. F. The Social Benefits of Expedited Risk Assessments. **Risk Analysis**, v. 15, n. 3, p. 353–358, jun. 1995.

CRANOR, C. F. Asymmetric Information, the Precautionary Principle, and Burdens of Proof. In: RAFFENSPERGER, C.; TICKNER, J. (eds.). **Protecting Public Health and the Environment: Implementing the Precautionary Principle**. Washington: Island Press, 1999.

CRANOR, C. F. Learning from the law to address uncertainty in the precautionary principle. **Science and Engineering Ethics**, v. 7, n. 3, p. 313–326, set. 2001.

CRANOR, C. What Could Precautionary Science Be? Research for Early Warnings and a Better Future. In: TICKNER, J. A. **Precaution: Environmental Science and Preventive Public Policy**. Washington: Island Press, 2003.

DECLARAÇÃO DO RIO DE JANEIRO. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 6, n. 15, p. 153–159, 1992. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141992000200013&lng=en&nrm=iso>. Último acesso em 06 mai 2021.

DE REGT, H. Understanding, values, and the aims of science. **Philosophy of Science**, vol. 87, n. 5, 2020.

DOPPELT, G. The Value Ladenness of Scientific Knowledge. In: KINCAID, H.; DUPRÉ, J.; WYLIE, A. **Value-free science? Ideals and illusion**. Oxford: Oxford University Press, 2007.

DOUGLAS, H. Inductive Risk and Values in Science. **Philosophy of Science**, v. 67, n. 4, p. 559–579, 2000.

DOUGLAS, H. **Science, Policy, and the Value-Free Ideal**. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2009.

DOUGLAS, H. Why Inductive Risk Requires Values in Science. In: ELLIOTT, K. C; STEEL, D. (eds.). **Current Controversies in Values and Science**. New York: Routledge, 2017.

DUHEM, P. **Ensaio de filosofia da ciência**. Tradução, introdução e notas de Fábio Rodrigo Leite. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia, 2019.

DURODIÉ, B. **Poisonous Propaganda: Global Echoes of an Anti-Vinyl Agenda**. Washington: CEI, 2000

DWORKIN, R. **Levando os direitos a sério**. Tradução e notas de Nelson Boeira. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

EDQVIST, L.; PEDERSEN, K. Antimicrobials as growth promoters: resistance to common sense. In: HARREMOËS, P. *et al.* (eds.). **Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000**, Environmental issue report no. 22. Copenhagen: European Environment Agency, 2001.

ELLIOTT, K. C. Scientific Judgment and the Limits of Conflict-of-Interest Policies. **Accountability in Research**, v. 15, n. 1, p. 1–29, 14 jan. 2008.

ELLIOTT, K. C. **Is a little pollution good for you? incorporating societal values in environmental research**. New York: Oxford University Press, 2011.

ELLIOTT, K. C. Financial Conflicts of Interest and Criteria for Research Credibility. **Erkenntnis**, v. 79, n. S5, p. 917–937, 2013.

ELLIOTT, K. C. Ethical and Societal Values in Nanotoxicology. In: GORDIJN, B; CUTTER, A. (Eds.). **In Pursuit of Nanoethics**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2014.

ELLIOTT, K. C. **A Tapestry of Values: An Introduction to Values in Science**. Oxford: Oxford University Press, 2017.

ELLIOTT, K. C. Framing conservation: ‘biodiversity’ and the values embedded in scientific language. **Environmental Conservation**, v. 47, n. 4, p. 260–268, dez. 2020.

ELLIOTT, K. C. **Values in science**. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

EU. **Communication from the Commission of the European Communities on the Precautionary Principle**. Brussels: Commission of the European Communities, 2000.

EWG. **DuPont workers smoke Teflon-laced cigarettes in company experiments**. Disponível em: <<https://www.ewg.org/research/duPont-workers-smoke-teflon-laced-cigarettes-company-experiments>>. 2003. Acesso em: 1 maio. 2023.

FARMAN, J. Halocarbons, the ozone layer and the precautionary principle. In: HARREMOËS, P. *et al.* (eds.). **Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000**, Environmental issue report no. 22. Copenhagen: European Environment Agency, 2001.

FERNANDEZ PINTO, M. Science and industry funding. In: LUDWIG, D. et al. **Global Epistemologies and Philosophies of Science**. 1. ed. London: Routledge, 2021.

FERREIRA, F. R.. Aplicação do princípio da precaução pelo Tribunal Regional Federal da 1ª região: razões para a necessidade do estabelecimento de critérios para o seu uso pela jurisprudência. In: OLIVEIRA, C. C.; MORAES, G. L.; FERREIRA, F. R. (Orgs.). **A interpretação do princípio da precaução pelos tribunais: análise nacional, comparada e internacional**. Campinas: Pontes Editores, 2019.

FERREIRA, I. D.; IMBROISI, D. A equidade intergeracional e a taxa de desconto em impactos ambientais de longo prazo. **Nova Economia**, v. 28, n. 3, p. 913–942, dez. 2018.

FIDLER, F. et al. Impact of Criticism of Null-Hypothesis Significance Testing on Statistical Reporting Practices in Conservation Biology. **Conservation Biology**, v. 20, n. 5, p. 1539–1544, 2006.

FISCHER, D. Chemical industry may fight tests. **Oakland Tribune**, 21 de novembro de 2003. Disponível em:
<https://www.rachel.org/files/document/Chemical_Industry_May_Fight_Tests.txt> Acesso em 12 mar 2021.

FRASER, N. Social Justice in the Age of Identity Politics: Redistribution, Recognition, and Participation. In: PETERSON, G. B. (ed.). **The Tanner Lectures on Human Values**, Vol. 19. Salt Lake City, UT: University of Utah Press, 1998.

FRESSOZ, J. **L’apocalypse joyeuse: Une histoire du risque technologique**. Paris: Éditions du Seuil, 2012.

FRIEDMAN, M. A metodologia da economia positiva. Tradução de Leonidas Hegenberg. **Edições Multiplic**, vol. 1, n. 3, p. 163-200, 1981

FUNTOWICZ, S.; RAVETZ, J. **Uncertainty and quality in science for policy**. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1990.

FUNTOWICZ, S.; RAVETZ, J. The worth of a songbird: ecological economics as a post-normal science, **Ecological Economics**, vol. 10, n. 3, p.197–207, 1994.

FUNTOWICZ, S.; RAVETZ, J.. Ciência pós-normal e comunidades ampliadas de pares face aos desafios ambientais. **História, Ciências, Saúde - Manguinhos**, vol. 4, n. 2, p. 219-230, 1997.

GALILEI, G. **Ciência e fé: Cartas de Galileu sobre o acordo do sistema copernicano com a Bíblia**. Tradução de Carlos Arthur Ribeiro do Nascimento. São Paulo: Editora UNESP, 2009.

GALILEI, G. **Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano**. Tradução, introdução e notas de Pablo Rubén Mariconda. 3.ed. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia/ Editora 34, 2011.

GARDINER, S. M. A Core Precautionary Principle*. **Journal of Political Philosophy**, v. 14, n. 1, p. 33–60, mar. 2006.

GEE, D.; GREENBERG, M. Asbestos: from ‘magic’ to malevolent mineral. In: HARREMOËS, P. et al. (eds.). **Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000**, Environmental issue report no. 22. Copenhagen: European Environment Agency, 2001.

GEE, D. More or less precaution? In: EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY. **Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation**. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013.

GEE, D.; STIRLING, A. Late Lessons from Early Warnings: Improving Science and Governance Under Uncertainty and Ignorance. In: TICKNER, J. A. **Precaution: Environmental Science and Preventive Public Policy**. Washington: Island Press, 2003.

GILBERTSON, M. The precautionary principle and early warnings of chemical contamination of the Great Lakes. In: HARREMOËS, P. *et al.* (eds.). **Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000**, Environmental issue report no. 22. Copenhagen: European Environment Agency, 2001.

GILLES, D. **Philosophical theories of probability**. New York: Routledge, 2000.

GLUGE, J. et al. An overview of the uses of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS). **Environmental Science: Processes & Impacts**, v. 22, n. 12, p. 2345–2373, 2020.

GODARD, O. **Comment organiser l’expertise scientifique sous l’égide du principe de précaution ?** 2003. Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00242984>>. Acesso em: 3 nov. 2022.

GOLDSTEIN, B. D. The Precautionary Principle, Toxicological Science, and European–U.S. Scientific Cooperation. **Drug Metabolism Reviews**, v. 36, n. 3–4, p. 487–495, 1 jan. 2004.

GOLDSTEIN, B. D. The Precautionary Principle: Is It a Threat to Toxicological Science? **International Journal of Toxicology**, v. 25, n. 1, p. 3–7, 1 jan. 2006.

GOLDSTEIN, B. D.; CARRUTH, R. S. Implications of the Precautionary Principle: Is it a Threat to Science? **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**, v. 11, n. 1, p. 209–219, 23 fev. 2005.

GOODRUM, P. E. et al. Application of a Framework for Grouping and Mixtures Toxicity Assessment of PFAS: A Closer Examination of Dose-Additivity Approaches. **Toxicological Sciences**, v. 179, n. 2, p. 262–278, 31 jul. 2020.

GOULD, K. A. Slowing the nanotechnology treadmill: impact science versus production science for sustainable technological development. **Environmental Sociology**, v. 1, n. 3, p. 143–151, 3 jul. 2015.

GRANDJEAN, P. Implications of the Precautionary Principle for Primary Prevention and Research. **Annual Review of Public Health**, v. 25, n. 1, p. 199–223, abr. 2004.

GRANDJEAN, P. Science for precautionary decision-making. In: EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY. **Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation**. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013.

GRANDJEAN, P. Delayed discovery, dissemination, and decisions on intervention in environmental health: a case study on immunotoxicity of perfluorinated alkylate substances. **Environmental Health**, v. 17, n. 1, p. 62, s12940- 018- 0405- y, dez. 2018.

GRANDJEAN, P.; CLAPP, R. Perfluorinated Alkyl Substances: Emerging Insights Into Health Risks. **NEW SOLUTIONS: A Journal of Environmental and Occupational Health Policy**, v. 25, n. 2, p. 147–163, ago. 2015.

GRANDJEAN, P. et al. The Matthew effect in environmental science publication: A bibliometric analysis of chemical substances in journal articles. **Environmental Health**, v. 10, n. 1, p. 96, dez. 2011.

GRANDJEAN, P. et al. Serum Vaccine Antibody Concentrations in Children Exposed to Perfluorinated Compounds. **JAMA**, v. 307, n. 4, p. 391–397, 25 jan. 2012.

GRAHAM, J. D.; HSIA, S. Europe's precautionary principle: promise and pitfalls. **Journal of Risk Research**, v. 5, n. 4, p. 371–390, out. 2002.

GRAY, J. S. Statistics and the Precautionary Principle. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 21, n. 4, pp. 174-176, 1990.

GRAY, J. S.; BEWERS, J. M. Towards a scientific definition of the precautionary principle. **Marine Pollution Bulletin**, v. 32, n. 11, p. 768–771, nov. 1996.

GREENLAND, S. et al. Statistical tests, P values, confidence intervals, and power: a guide to misinterpretations. **European Journal of Epidemiology**, v. 31, p. 337–350, 2016.

GUILLETTE, E. A. The Children of the Yaqui Valley: Precautionary Science and Communities. In: TICKNER, J. A. **Precaution: Environmental Science and Preventive Public Policy**. Washington: Island Press, 2003.

HAACK, S. Epistemological Reflections of an Old Feminist, **Reason Papers**, vol. 18, 1993.

HAACK, S. **Evidence Matters: Science, Proof, and Truth in the Law**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

HALLERS-TJABBES, C. C. Science Communication and Precautionary Policy: Science and Communities. In: TICKNER, J. A. **Precaution: Environmental Science and Preventive Public Policy**. Washington: Island Press, 2003.

HANSEN, S. F.; CARLSEN, L.; TICKNER, J. A. Chemicals regulation and precaution: does REACH really incorporate the precautionary principle. **Environmental Science & Policy**, v. 10, n. 5, p. 395–404, ago. 2007.

- HANSSON, S. O. The Limits of Precaution. **Foundations of Science**, vol. 2, n. 2, p. 293-306. 1997a
- HANSSON, S. O. Can we reverse the burden of proof? **Toxicology Letters**, vol. 90, p. 223-228, 1997b.
- HANSSON, S. O. Adjusting Scientific Practices to the Precautionary Principle. **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**, v. 5, n. 5, p. 909–921, 10 ago. 1999.
- HANSSON, S. O.; PHILOSOPHY DOCUMENTATION CENTER. Great Uncertainty about Small Things. **Techné: Research in Philosophy and Technology**, v. 8, n. 2, p. 26–35, 2004.
- HANSSON, S. O. Risk: objective or subjective, facts or values. **Journal of Risk Research**, v. 13, n. 2, p. 231–238, mar. 2010.
- HANSSON, S. O. Coping with the Unpredictable Effects of Future Technologies. **Philosophy & Technology**, v. 24, n. 2, p. 137–149, jun. 2011.
- HANSSON, S. O. How Extreme Is the Precautionary Principle? **NanoEthics**, v. 14, n. 3, p. 245–257, dez. 2020.
- HANSSON, S. O. Can Uncertainty Be Quantified? **Perspectives on Science**, v. 30, n. 2, p. 210–236, 2022.
- HANSSON, S. O.; AVEN, T. Is Risk Analysis Scientific?: Is Risk Analysis Scientific? **Risk Analysis**, v. 34, n. 7, p. 1173–1183, 2014.
- HARREMOËS, P. *et al.* (eds.). **Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000**, Environmental issue report no. 22. Copenhagen: European Environment Agency, 2001.
- HARRIS, R. **Rigor Mortis: How Sloppy Science Creates Worthless Cures, Crushes Hope, and Wastes Billions**. New York: Basic Books, 2017.
- HARRIS, J.; HOLM, S. Extending Human Lifespan and the Precautionary Paradox. **The Journal of Medicine and Philosophy**, v. 27, n. 3, p. 355–368, 1 jun. 2002.
- HARSANYI, J. Can the maximin principle serve as a basis for morality? A critique of John Rawls' theory. **American Political Science Review**, vol. 69, p. 594-606, 1975.
- HARTZELL-NICHOLS, L. Precaution and Solar Radiation Management. **Ethics, Policy & Environment**, vol. 15, n. 2, 158-171, 2012.
- HAURAY, B. A genealogy of conflict of interest. In: HAURAY, B. *et al.* (eds.). **Conflict of Interest and Medicine: Knowledge, Practices, and Mobilizations**. Nova York: Routledge, 2022
- HAVSTAD, J. C.; BROWN, M. J. Neutrality, Relevance, Prescription, and the Ippc. **Public Affairs Quarterly**, v. 31, n. 4, p. 303–324, 2017.

HEMPEL, C. G.. Science and Human Values. In: HEMPEL, C. **Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science**. New York: Free Press, 1965, p. 81-96.

HENRY, B. J. et al. A critical review of the application of polymer of low concern and regulatory criteria to fluoropolymers: Fluoropolymers PLC. **Integrated Environmental Assessment and Management**, v. 14, n. 3, p. 316–334, maio 2018.

HILL, B. The environment and disease: association or causation? **Proc Royal Soc Med**. vol. 58, pp. 295-300, 1965.

HOLMAN, B.; BRUNER, J. Experimentation by Industrial Selection. **Philosophy of Science**, v. 84, n. 5, p. 1008–1019, dez. 2017.

HOLMAN, B.; ELLIOTT, K. C. The promise and perils of industry-funded science. **Philosophy Compass**, v. 13, n. 11, p. e12544, nov. 2018

HOLMAN, B.; GEISLAR, S. Sex Drugs and Corporate Ventriloquism: How to Evaluate Science Policies Intended to Manage Industry-Funded Bias. **Philosophy of Science**, v. 85, n. 5, p. 869–881, dez. 2018.

HOYNINGEN-HUENE, P. **Systematicity: the nature of science**. New York: Oxford University Press, 2013.

HØYER, K. Precautionary Science: The ecophilosophical foundation. IN: Roy Bhaskar, Karl Georg Høyer and Petter Næss. **Ecophilosophy in a World of Crisis: Critical realism and the Nordic Contributions**. London: Routledge, 2011.

HUME, D. **Tratado da natureza humana: uma tentativa de introduzir o modo experimental de raciocínio nos assuntos morais**. Tradução de Déborah Danowski. 2. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2009.

IBARRETA, D.; SWAN, S. H. The DES story: long-term consequences of prenatal exposure. In: HARREMOËS, P. et al. (eds.). **Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000**, Environmental issue report no. 22. Copenhagen: European Environment Agency, 2001.

INFANTE, P. F. Benzene: an historical perspective on the American and European occupational setting. In: HARREMOËS, P. et al. (eds.). **Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000**, Environmental issue report no. 22. Copenhagen: European Environment Agency, 2001.

INTEMANN, K. Feminism, Underdetermination, and Values in Science. **Philosophy of Science**, v. 72, n. 5, p. 1001–1012, dez. 2005.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). **The IUCN Redlist Categories and Criteria**. Vers. 3.1. IUCN, Gland, 2000.

JAMES, W. **A Vontade de Crer**. Tradução de Cecília Camargo Bartalotti. São Paulo: Edições Loyola, 2001.

JOHN, S. In Defence of Bad Science and Irrational Policies: an Alternative Account of the Precautionary Principle. **Ethical Theory and Moral Practice**, v. 13, n. 1, p. 3–18, fev. 2010.

JOHN, S. The Politics of Certainty: The Precautionary Principle, Inductive Risk and Procedural Fairness. **Ethics, Policy & Environment**, 22, 1, 2019, pp. 21–33.

JOHNSON, M. S. et al. Estimating Environmental Hazard and Risks from Exposure to Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs): Outcome of a SETAC Focused Topic Meeting. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 40, n. 3, p. 543–549, mar. 2021.

JONAS, H. **O princípio responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2006.

JORDAN, A.; O'RIORDAN, T. The precautionary principle in contemporary environmental policy and politics. In: RAFFENSPERGER, C.; TICKNER, J. (eds.). **Protecting Public Health and the Environment: Implementing the Precautionary Principle**. Washington: Island Press, 1999.

JOSEFSON, A. B. Increase of benthic biomass in the Skagerrak- Kattegat during the 1970s and 1980s - effects of organic enrichment? **Marine Ecology Progress Series**, vol. 66, p. 117-130, 1990a.

JOSEFSON, A.B. Letter. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 21, p. 598, 1990b.

KAISER, M. Unpopular and Precautionary Science: towards a new ethics of science. In: CHIARA, Maria Luisa Dalla et al. **Structures and Norms in Science**. Springer: Dordrecht, 1997a.

KAISER, M. Fish-farming and the Precautionary Principle: Context and Values in Environmental Science for Policy. **Foundations of Science**, vol. 2, p. 307–341, 1997b.

KARPINSKA, A. Post-Normal Science. The Escape of Science: From Truth to Quality? **Social Epistemology**, DOI: 10.1080/02691728.2018.1531157, 2018.

KEY, B. D.; HOWELL, R. D.; CRIDDLE, C. S. Fluorinated Organics in the Biosphere. **Environmental Science & Technology**, v. 31, n. 9, p. 2445–2454, 1 set. 1997.

KITCHER, P. **Science, truth, and democracy**. Oxford; New York: Oxford University Press, 2001.

KITCHER, P. **Science in a Democratic Society**. Amherst, N.Y.: Prometheus Books, 2011.

KOPPE, J. G.; KEYS, J. PCBs and the precautionary principle. In: HARREMOËS, P. et al. (eds.). **Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000**, Environmental issue report no. 22. Copenhagen: European Environment Agency, 2001.

KOURANY, J. A. **Philosophy of science after feminism**. Oxford ; New York: Oxford University Press, 2010.

KOURANY, J. A. Meeting the challenges to socially responsible science: reply to Brown, Lacey, and Potter. **Philosophical Studies**, v. 163, n. 1, p. 93–103, mar. 2013.

KOURANY, J. Might Scientific Ignorance Be Virtuous? The Case of Cognitive Differences Research. In: KOURANY, J. A.; CARRIER, M. (Eds.). **Science and the production of ignorance: when the quest for knowledge is thwarted**. Cambridge, MA: The MIT Press, 2020. p. 123–143.

KOURANY, J. A.; CARRIER, M. (eds.). **Science and the production of ignorance: when the quest for knowledge is thwarted**. Cambridge: The MIT Press, 2020.

KOYRÉ, A. **Do mundo fechado ao universo infinito**. Tradução de Donaldson M. Garschagen. 4ª ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2006.

KRAFFT, M. P.; RIESS, J. G. Per- and polyfluorinated substances (PFASs): Environmental challenges. **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, v. 20, n. 3, p. 192–212, jun. 2015.

KRAUS, M. K.; HARREMOES, P. MTBE in petrol as a substitute for lead. In: HARREMOES, P. et al. (eds.). **Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000**, Environmental issue report no. 22. Copenhagen: European Environment Agency, 2001.

KRENAK, A. “Faço crítica à subordinação da ciência à essa malandragem corporativa”, diz Ailton Krenak. Roda Viva, 20 abr. 2021. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=LsD3cmEMkvA>>. Acesso em: 30 maio. 2023

KRIEBEL, D. et al. The precautionary principle in environmental science. **Environmental Health Perspectives**, v. 109, n. 9, p. 6, 2001.

KRIMSKY, S. **Conflicts of interest in science: how corporate-funded academic research can threaten public health**. Hot Books, 2019.

KRIMSKY, S. Glyphosate-Based Herbicides and Public Health: Making Sense of the Science. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, v. 35, n. 1, p. 3. 2022.

KUHN, T. Objectivity, Value Judgment and Theory Choice. In: KUHN, T. **The Essential Tension**. Chicago: Chicago University Press, 1977.

KUHN, T. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. Tradução de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 2009.

KWIATKOWSKI, C. F. et al. Scientific Basis for Managing PFAS as a Chemical Class. **Environmental Science & Technology Letters**, v. 7, n. 8, p. 532–543, 11 ago. 2020.

LACEY, H. **Is Science Value Free? Values and scientific understanding**. London: Routledge, 1999.

LACEY, H. Existe uma distinção relevante entre valores cognitivos e sociais? **Scientiae Studia**, vol. 1, n. 2, p. 121-149, 2003.

LACEY, H. O princípio de precaução e a autonomia da ciência. **Scientiae Studia**, vol. 4, n. 3, p. 373-392, 2006a.

LACEY, H. **A controvérsia sobre os transgênicos**: questões científicas e éticas. Tradução de Pablo Mariconda. Aparecida, SP: Ideias & Letras, 2006b.

LACEY, H. On the aims and responsibilities of science. **Principia**, vol. 11, n. 1, 2007.

LACEY, H. **Valores e atividade científica 1**. 2a ed. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia/Editora 34, 2008.

LACEY, H. **Valores e atividade científica 2**. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia/Editora 34, 2010.

LACEY, H. A imparcialidade da ciência e as responsabilidades dos cientistas. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 487-500, 2011.

LACEY, H. Rehabilitating neutrality. **Philosophical Studies**, v. 163, n. 1, p. 77–83, mar. 2013.

LACEY, H. Tecnociência comercialmente orientada ou investigação multiestratégica? **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 669-95, 2014.

LACEY, H. A agroecologia: uma ilustração da fecundidade da pesquisa multiestratégica. **Estudos avançados**, vol. 29 n. 83, p. 175-181, 2015a.

LACEY, H. ‘Holding’ and ‘endorsing’ claims in the course of scientific activities. **Studies in History and Philosophy of Science**, 2015b.

LACEY, H. Roles for Values in Scientific Activities. **Axiomathes**, Open Access. Último acesso em 04 abr 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10516-018-9386-2>>, 2018.

LACEY, H. Adoção de medidas de precaução diante dos riscos no uso das inovações tecnocientíficas. **Estudos Avançados**, vol. 33, n. 95, 2019.

LACEY, H. The methodological strategies of agroecological research and the values with which they are linked. **Studies in History and Philosophy of Science**, v. 88, p. 292–302, 1 ago. 2021.

LACEY, H. **Valores e atividade científica 3**. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia, 2022.

LACEY, H.; MARICONDA, P. R. The eagle and the starlings: Galileo’s argument for the autonomy of science—how pertinent is it today? **Studies in History and Philosophy of Science Part A**, vol. 43, n. 1, p. 122-131, 2012.

LACEY, H.; MARICONDA, P. O modelo das interações entre as atividades científicas e os valores. **Scientiæ Studia**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 643-68, 2014.

LACKEY, R. T. Science, Scientists, and Policy Advocacy. **Conservation Biology**, v. 21, n. 1, p. 12–17, fev. 2007.

LAMBERT, B. Radiation: early warnings; late effects. In: HARREMOËS, P. et al. (eds.). **Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000**, Environmental issue report no. 22. Copenhagen: European Environment Agency, 2001.

LANDRIGAN, P. J. Risk Assessment for Children and Other Sensitive Populations. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 895, n. 1, p. 1–9, 1999.

LANGSTON, N. The Retreat from Precaution: Regulating Diethylstilbestrol (Des), Endocrine Disruptors, and Environmental Health. **Environmental History**, vol. 13, n. 1, p. 41-65, 2008.

LAUDA RODRIGUEZ, Z. L.; RIBEIRO, W. C. Risco, princípio da precaução e justiça ambiental em conflitos por mineração. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 51, 31 ago. 2019.

LAUDAN, L. A problem-solving approach to scientific progress. In: HACKING, I. (ed.). **Scientific Revolutions**. Oxford: Oxford University Press, 1981.

LAUDAN, L. **Science and Values: the aims of science and their role in scientific debate**. Berkeley: University of California Press, 1984.

LAUDAN, L. The Epistemic, the Cognitive, and the Social. In: MACHAMER, P.; WOLTERS, G. (eds.). **Science, Values and Objectivity**. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2004.

LEMONS, J. *et al.* The Precautionary Principle: Scientific Uncertainty and Type I and Type II Errors. **Foundations of Science**, vol. 2, n. 2, p. 207–36, 1997.

LEMPERT, R. J. et al. A General, Analytic Method for Generating Robust Strategies and Narrative Scenarios. **Management Science**, v. 52, n. 4, p. 514–528, 2006.

LERNER, S. Under DuPont Bridge: The Teflon Toxin Goes to China. **The Intercept**. 2016a. Disponível em: <<https://theintercept.com/2016/09/15/the-teflon-toxin-goes-to-china/>>. Último acesso em 27 out 2022. 2016a.

LERNER, S. A Chemical Shell Game: How DuPont Concealed the Dangers of the New Teflon Toxin. **The Intercept**. 2016b. Disponível em: <<https://theintercept.com/2016/03/03/how-dupont-concealed-the-dangers-of-the-new-teflontoxin/>>. Último acesso em 27 out 2022.. 2016b.

LERNER, S. EPA withheld reports of substial risk posed by 1,240 chemicals. **The Intercept**. Disponível em: <<https://theintercept.com/2021/11/01/epa-toxic-chemicals-reports-withheld/>>. Último acesso em 27 out 2022. 2021.

LEVINS, R. Whose Scientific Method? Scientific Methods for a Complex World. In: TICKNER, J. A. **Precaution: Environmental Science and Preventive Public Policy**. Washington: Island Press, 2003.

LIGHT, A. Does a public environmental philosophy need convergence hypothesis? In: MINTTEER, B. A. Minter (ed.). **Nature in Common?: Environmental Ethics and the Contested Foundations of Environmental Policy**. Filadélfia: Temple University Press, 2009.

LOHMANN, R. et al. Are Fluoropolymers Really of Low Concern for Human and Environmental Health and Separate from Other PFAS? **Environmental Science & Technology**, v. 54, n. 20, p. 12820–12828, 20 out. 2020.

LONGINO, H. **Science as Social Knowledge: Values and Objectivity in Scientific Inquiry**. Princeton University Press, 1990.

LONGINO, H. E. Gender, Politics, and the Theoretical Virtues. **Synthese**, v. 104, n. 3, p. 383–397, 1995.

LONGINO, H. Values, heuristics and the politics of knowledge. **Scientiae Studia**, v. 15, n. 1, p. 39–57, 14 jun. 2017.

LORETO, M. L. I. M. A. As reações e repercussões ao caso Lysenko no Brasil / The reactions and repercussions to the Lysenko case in Brazil. **PhD thesis**, 1 jan. 2019.

LOURENÇO, D. B.. **Qual o valor da natureza? Uma introdução à ética ambiental**. São Paulo: Editora Elefante, 2019.

LOWELL STATEMENT ON SCIENCE AND THE PRECAUTIONARY PRINCIPLE. In: TICKNER, J. A. **Precaution: Environmental Science and Preventive Public Policy**. Washington: Island Press, 2003

LOWRANCE, W. **Of acceptable risk: Science and the determination of safety**. Los Altos, CA: William Kaufmann, 1976.

LUCE, R.; RAIFFA, H. **Games and Decision: Introduction and Critical Survey**. New York: John Wiley & Sons, 1957.

LUDWIG, D. Ontological Choices and the Value-Free Ideal. **Erkenntnis**, v. 81, n. 6, p. 1253–1272, dez. 2016.

LUJÁN, J. L.; TODT, O. Ciencia precautoria y la “fabricación de incertidumbre”. **THEORIA**, v. 23, n. 3, p. 307–317, 25 nov. 2008.

LUSK, G. Does democracy require value-neutral science? Analyzing the legitimacy of scientific information in the political sphere. **Studies in History and Philosophy of Science Part A**, v. 90, p. 102–110, dez. 2021.

LYONS, C. **Stain-resistant, nonstick, waterproof, and lethal: the hidden dangers of C8**. Westport, Conn: Praeger, 2007.

MCMULLIN, E. Values in Science. *Zygon*, vol. 47, n. 4, p. 686-709, 2012.

MACGARVIN, M. Fisheries: taking stock. In: HARREMOËS, P. *et al.* (eds.). **Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000**, Environmental issue report no. 22. Copenhagen: European Environment Agency, 2001.

MAGNUS, D. Risk Management versus the Precautionary Principle: Agnotology as a Strategy in the Debate over Genetically Engineered Organisms. In: PROCTOR, R.; SCHIEBINGER, L. (eds.). **Agnotology: the making and unmaking of ignorance**. Stanford: Stanford University Press, 2008.

MANSON, N. A. The concept of irreversibility: its use in the sustainable development and precautionary principle literatures. **The Electronic Journal of Sustainable Development**, vol. 1, n. 1, 2007.

MANSON, N. Formulating the Precautionary Principle. In: BIRD, A; LADYMAN, J. (eds.). **Arguing About Science**. Nova York: Routledge, 2013.

MANSON, N. A. Review of Philosophy and the Precautionary Principle: Science, Evidence, and Environmental Policy. **Notre Dame Philosophical Reviews**, 27 maio 2015.

MARCHETTI, G.; MARCHETTI, S. **Facts and Values: The Ethics and Metaphysics of Normativity**. Nova York: Routledge, 2016.

MARICONDA, P. R. O controle da natureza e as origens da dicotomia entre fato e valor. **Scientiae Studia**, v. 4, n. 3, p. 453–472, set. 2006.

MARICONDA, P. R.; LACEY, H. A águia e os estorninhos: Galileu e a autonomia da ciência. **Tempo Social**, vol. 13, n. 1, 2001.

MARICONDA, P. R.; RAMOS, M. DE C. Transgênicos e ética: a ameaça à imparcialidade científica. **Scientiae Studia**, v. 1, n. 2, p. 245–261, jun. 2003.

MARRIS, E. Should conservation biologists push policies? **Nature**, v. 442, n. 7098, p. 13–13, 1 jul. 2006.

MARTINS, H. **Experimentum Humanum: Civilização Tecnológica e Condição Humana**. Belo Horizonte: Fino Traço, 2012.

MATSUDA, T. **Towards the Precautionary Human Science : A case from Japanese Experiences of Environmental Risks**. 神戸大学大学院人文学研究科 倫理創成プロジェクト, , mar. 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.24546/81000962>>. Acesso em: 1 nov. 2022.

MAYER, S.; WYNNE, B. How Science Fails the Environment. **New Scientist**, vol. 1876, 1993.

- MAYO, D. G. Sociological Versus Metascientific Views of Risk Assessment. In: MAYO, D. G.; HOLLANDER, R. D. (eds.). **Acceptable evidence: science and values in risk management**. New York: Oxford University Press, 1991.
- MCDONOUGH, C. A.; GUELFO, J. L.; HIGGINS, C. P. Measuring total PFASs in water: The tradeoff between selectivity and inclusivity. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, v. 7, p. 13–18, fev. 2019.
- MACGARVIN, M. Fisheries: taking stock. In: HARREMOËS, Poul et al. (eds.). **Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000**, Environmental issue report no. 22. Copenhagen: European Environment Agency, 2001.
- MCKINNEY, W. HILL, H. Of Sustainability and Precaution The Logical, Epistemological, and Moral Problems of the Precautionary Principle and Their Implications for Sustainable Development. **Ethics and the Environment**, v. 5, n. 1, p. 77–87, 2000.
- MEYER, L. Intergenerational Justice. Em: ZALTA, E. N. (Ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Summer 2021 ed. [s.l.] Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2021.
- MICHAELS, D. **The Triumph of Doubt: Dark Money and the Science of Deception**. Oxford: Oxford University Press, 2020.
- MILANEZ, B. et al. **Minas não há mais: avaliação dos aspectos econômicos e institucionais do desastre da Vale na bacia do rio Paraopeba**. Versos - Textos para Discussão PoEMAS, vol. 3, n. 1, 1-114. 2019.
- MILLER, B. When Is Scientific Dissent Epistemically Inappropriate? **Philosophy of Science**, v. 88, n. 5, p. 918–928, dez. 2021.
- MILLOY, S.; GOUGH, M. **Silencing Science**. Washington: CATO Institute, 1998. Disponível em: <<https://www.industrydocuments.ucsf.edu/docs/jjch0068>>. Acesso em 12 mar 2021.
- MISHAN, E. J.; QUAH, E. **Cost-Benefit Analysis**. 5a ed. London: Routledge, 2007.
- MITCHAM, C. **¿Qué es la filosofía de la tecnología?** Barcelona: Anthropos, 1989.
- MITCHELL, S. The Prescribed and Proscribed Values in Science Policy. In: MACHAMER, P.; WOLTERS, G. (eds.). **Science, Values and Objectivity**. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2004.
- MITCHELL, S. D. **Unsimple truths: science, complexity, and policy**. Chicago ; London: The University of Chicago Press Chicago and London, 2009.
- MOCELLIN, R. C.; ZATERKA, L. Materials and their Biographies: The Case of Titanium and its Dioxide. **Transversal: International Journal for the Historiography of Science**, n. 13, 2022.
- MONGOVEI, J. **MBD Activist Report for August**. Disponível em: <<https://www.toxicdocs.org/d/NEwdMKO2qQJkxb7LJLqVOr7Vg#>>. 1994. Acesso em 12 mar 2021.

MORE, M. The Proactionary Principle: Optimizing Technological Outcomes. In: MORE, M.; VITA-MORE, N. **The Transhumanist Reader: Classical and Contemporary Essays on the Science, Technology, and Philosophy of the Human Future**. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2013.

MORRIS, J. Defining the precautionary principle. In: MORRIS, J. (ed.) **Rethinking risk and the precautionary principle**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2000.

MURRAY, C.; MARMOREK, D. R. **Adaptive Management: A Spoonful of Rigour Helps the Uncertainty Go Down**. 16th Int'l Conference, Society for Ecological Restoration, 2004.

MYHR, A. I.; TRAAVIK, T. Genetically Modified (GM) Crops: Precautionary Science and Conflicts of Interests. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, vol. 16, pp. 227–247, 2003.

MYHR, A. I. The role of precautionary motivated science in addressing scientific uncertainties related to GMOS. In: TRAAVIK, T.; LIM, L. C. (Eds.). **Biosafety first – Holistic approaches to risk and uncertainty in genetic engineering and genetically modified organisms**. Trondheim, Norway: Tapir Academic Publishers, 2009.

NACI, H.; IOANNIDIS, J. Comparative effectiveness of exercise and drug interventions on mortality outcomes: metaepidemiological study. **British journal of sports medicine**, vol. 49, n. 21, p. 1414-1422, 2015.

NASCIMENTO, R. A. et al. Sulfluramid use in Brazilian agriculture: A source of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) to the environment. **Environmental Pollution**, v. 242, p. 1436–1443, 1 nov. 2018.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Biotechnology Research in an Age of Terrorism**. Washington, DC: National Academies Press, 2004.

NEIVA, A. Sobre a Interpretação Frequentista de Probabilidade. **COGNITIO-ESTUDOS: Revista Eletrônica de Filosofia**. vol. 16, n. 2, p.233-244, 2019.

NEWSTED, J. L. et al. Spatial and temporal trends of poly- and perfluoroalkyl substances in fish fillets and water collected from pool 2 of the Upper Mississippi River: Poly- and perfluoroalkyl substances in Mississippi River fish. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 36, n. 11, p. 3138–3147, nov. 2017.

NGUETA, G. et al. Quantitative bias analysis of a reported association between perfluoroalkyl substances (PFAS) and endometriosis: The influence of oral contraceptive use. **Environment International**, v. 104, p. 118–121, jul. 2017.

NILSSON, R. Control of chemicals in Sweden: an example of misuse of the “precautionary principle”. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 57, n. 2, p. 107–117, fev. 2004.

NODARI, R. O. Ciência precaucionária como alternativa ao reducionismo científico aplicado à biologia molecular. In: ZANONI, M.; FERMENT, G. (Orgs.). **Transgênicos para quem? Agricultura, Ciência e Sociedade**. Brasília: MDA, 2011.

NORTON, B. G. Environmental Ethics and Weak Anthropocentrism. **Environmental Ethics**, v. 6, n. 2, p. 131–148, 1 maio 1984.

NORTON, B. G. Sustainability as the Multigenerational Public Interest. In: GARDINER, S.; THOMPSON, A. **The Oxford Handbook of Environmental Ethics**. Oxford: Oxford University Press, 2017.

NUSSBAUM, M. C. **Fronteiras da justiça: deficiência, nacionalidade, pertencimento a espécie**. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2013.

OECD. **OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015**. 2015. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/content/publication/sti_scoreboard-2015-en>. Acesso em 31 mai 2023.

OECD. **Reconciling Terminology of the Universe of Per- and Polyfluoroalkyl Substances: Recommendations and Practical Guidance**. Series on Risk Management, No.61. Paris: OECD, 2021.

OGA, S. *et al.* **Fundamentos de Toxicologia**. 3 ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

OLIVEIRA, J. **Comprender Hans Jonas**. Petrópolis: Editoras Vozes, 2014.

OLSEN, G. W. et al. Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in American Red Cross adult blood donors, 2000–2015. **Environmental Research**, v. 157, p. 87–95, ago. 2017.

ONU. **International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights**. 1966. Disponível em: <<https://www.ohchr.org/en/instruments-mechanisms/instruments/international-covenant-economic-social-and-cultural-rights>>. Acesso em 22 mai 2023.

ORESQUES, N.; CONWAY, E. M.. **Merchants of doubt: how a handful of scientists obscured the truth on issues from tobacco smoke to global warming**. Nova York: Bloomsbury Press, 2010.

ORESQUES, N; CONWAY, E. **The Collapse of Western Civilization**. Nova York: Columbia University Press, 2014.

OTTINGER, G. Buckets of Resistance: Standards and the Effectiveness of Citizen Science. **Science, Technology, & Human Values**, v. 35, n. 2, p. 244–270, mar. 2010.

OTTINGER, G. Changing Knowledge, Local Knowledge, and Knowledge Gaps: STS Insights into Procedural Justice. **Science, Technology, & Human Values**, v. 38, n. 2, p. 250–270, mar. 2013.

PETERSON, M. Should the precautionary principle guide our actions or our beliefs? **Journal of Medical Ethics**, v. 33, n. 1, p. 5–10, 2006a.

PETERSON, M. The Precautionary Principle Is Incoherent. **Risk Analysis**, v. 26, n. 3, p. 595–601, jun. 2006b.

PETERSON, M. **An introduction to decision theory**. New York: Cambridge University Press, 2009.

PETERSON, M. Yes, The Precautionary Principle Is Incoherent. **Risk Analysis**, vol. 37, n. 11, 2017.

PIELKE, R. A. **The Honest Broker: MAKING SENSE OF SCIENCE IN POLICY AND POLITICS**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

PINTO, M. F. Commercialization and the Limits of Well-Ordered Science. **Perspectives on Science**, v. 23, n. 2, p. 173–191, abr. 2015.

POLANYI, M.; ZIMAN, J.; FULLER, S. THE REPUBLIC OF SCIENCE: ITS POLITICAL AND ECONOMIC THEORY. **Minerva**, v. 38, n. 1, p. 1–32, 2000.

POLLOCK, J. L. Defeasible Reasoning. **Cognitive Science**, v. 11, n. 4, p. 481–518, out. 1987.

PUTNAM, H. **The collapse of the fact/value dichotomy and other essays**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2002.

PRECAUTIONARY PRINCIPLE CAMPAIGN PROPOSAL. 2003. Disponível em: <<http://www.rachel.org/?q=en/node/3489>>. Acesso em 12 mar 2021.

PRECAUTIONARY PRINCIPLE CONFERENCE. **Wingspread Declaration**. Wingspread, 1998. Disponível em: <<http://sehn.org/wingspread-conference-on-the-precautionary-principle/>>. Último acesso em 30 mar 2022.

PROCTOR, R. N.. **Value-free Science? Purity and Power in Modern Knowledge**. Cambridge: Harvard University Press, 1991.

PROCTOR, R. Nazi Science and Nazi Medical Ethics: Some Myths and Misconceptions. **Perspectives in Biology and Medicine**, v. 43, n. 3, p. 335–346, 2000.

PROCTOR, R. N. Agnotology: A Missing Term to Describe the Cultural Production of Ignorance (and Its Study). In: PROCTOR, R. N.; SCHIEBINGER, L. (eds.). **Agnotology: the making and unmaking of ignorance**. Stanford: Stanford University Press, 2008.

RADDER, H. (Ed.) **The commodification of academic research**. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2010.

RAFFENSPERGER, C.; DEFUR, P. L. Implementing the Precautionary Principle: Rigorous Science and Solid Ethics. **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**, v. 5, n. 5, p. 933–941, 10 ago. 1999.

RAMSEY, F. P. A mathematical theory of saving. **Economic Journal**, vol. 38, n. 152, p. 543-59, 1928.

RANDALL, A. **Risk and Precaution**. Cambridge: Cambridge University Press, 2011.

RAVETZ, J. The post-normal science of precaution. **Futures**, v. 36, n. 3, p. 347–357, abr. 2004.

REBER, B. **Precautionary Principle, Pluralism and Deliberation: Science and Ethics**. Hoboken, USA: John Wiley & Sons, 2016.

RECHNITZER, T. Precautionary principles. In: **The Internet Encyclopedia of Philosophy**, ISSN 2161-0002. Disponível em: <<https://www.iep.utm.edu/pre-caut/>>. Acesso em 12 mar 2022.

REISCH, G. **How the Cold War Transformed Philosophy of Science: To the Icy Slopes of Logic**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

REISS, J. Fact-value entanglement in positive economics. **Journal of Economic Methodology**, v. 24, n. 2, p. 134–149, 3 abr. 2017.

REISS, J.; SPRENGER, J. Scientific Objectivity. Em: ZALTA, E. N. (Ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Winter 2020 ed. [s.l.] Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2020.

RESNIK, M. D. **Choices: an introduction to decision theory**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1987.

RESNIK, D. B. Is the precautionary principle unscientific? **Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences**, v. 34, n. 2, p. 329–344, 1 jun. 2003.

RESNIK, D. B. **The price of truth: how money affects the norms of science**. Oxford ; New York: Oxford University Press, 2007.

RESNIK, D. B. **Precautionary Reasoning in Environmental and Public Health Policy**. Cham: Springer International Publishing, 2021.

RICHTER, L.; CORDNER, A.; BROWN, P. Non-stick science: Sixty years of research and (in)action on fluorinated compounds. **Social Studies of Science**, v. 48, n. 5, p. 691–714, 1 out. 2018.

RICHTER, L.; CORDNER, A.; BROWN, P. Producing Ignorance Through Regulatory Structure: The Case of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS). **Sociological Perspectives**, p.1-26, 2020.

ROBEL, A. E. et al. Closing the Mass Balance on Fluorine on Papers and Textiles. **Environmental Science & Technology**, v. 51, n. 16, p. 9022–9032, 15 ago. 2017.

ROBBINS, L. **An Essay on the Nature and Significance of Economic Science**. 3a edição. New York: New York University Press, 1932.

RODRIGUEZ, Z. L.; RIBEIRO, W. C. Risco, princípio da precaução e justiça ambiental em conflitos por mineração. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 51, 31 ago. 2019.

RODWIN, M. A. **Conflicts of interest and the future of medicine: the United States, France, and Japan**. Oxford: Oxford University Press, 2011.

ROLL-HANSEN, N. The Lysenko effect: undermining the autonomy of science. **Endeavour**, v. 29, n. 4, p. 143–147, 1 dez. 2005.

ROONEY, P. On Values in Science: Is the Epistemic/Non-Epistemic Distinction Useful? **PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association**, v. 1992, p. 13–22, 1992.

ROONEY, P. The Boderlands Between Epistemic and Non-Epistemic Values. In: ELLIOTT, K. C; STEEL, D. (eds.). **Current Controversies in Values and Science**. New York: Routledge, 2017.

ROSÁRIO, F. **Negros são maioria em municípios com barragens de mineração em alerta no Brasil**. Disponível em: <<https://www.terra.com.br/nos/negros-sao-maioria-em-municipios-com-barragens-de-mineracao-em-alerta-no-brasil,7992e29f5a0cd93c61c516517edf1930inwt13j6.html>>. Acesso em: 14 maio. 2023.

RUARK, C. D. et al. Quantitative bias analysis for epidemiological associations of perfluoroalkyl substance serum concentrations and early onset of menopause. **Environment International**, v. 99, p. 245–254, fev. 2017.

RUDNER, R. The Scientist Qua Scientist Makes Value Judgments. **Philosophy of Science**, vol. 20, n. 1, p. 1-6, 1953.

RUSH, E. L. et al. Oral contraceptive use as a determinant of plasma concentrations of perfluoroalkyl substances among women in the Norwegian Mother and Child Cohort (MoBa) study. **Environment International**, v. 112, p. 156–164, mar. 2018.

RYAN, H.; GIRION, L.; GLOVER, S. OxyContin goes global — “We’re only just getting started”. **Los Angeles Times**, 2016. Available at: <<https://www.latimes.com/projects/la-meoxycontin-part3/>>. Last access on 27 October 2022.

SANDIN, P. Dimensions of the Precautionary Principle. **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**, v. 5, n. 5, p. 889–907, 10 ago. 1999.

SANDIN, P. et al. Five charges against the precautionary principle. **Journal of Risk Research**, v. 5, n. 4, p. 287–299, out. 2002.

SANDIN, P. The Precautionary Principle and the Concept of Precaution. **Environmental Values**, vol. 13, n. 4, p.461-475, 2004.

SANDIN, P. A Paradox Out of Context: Harris and Holm on the Precautionary Principle. **Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics**, v. 15, n. 02, abr. 2006.

SANDIN, P. Common-sense Precaution and Varieties of the Precautionary Principle. In: LEWENS, T (ed.). **Risk: Philosophical Perspectives**. New York: Routledge, 2007.

SANDIN, P.; PETERSON, M. Is the Precautionary Principle a Midlevel Principle? **Ethics, Policy & Environment**, v. 22, n. 1, p. 34–48, 2 jan. 2019.

SANTILLO, D. et al.. Tributyltin (TBT) antifoulants: a tale of ships, snails and imposex. In: HARREMOËS, P. et al. (eds.). **Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000**, Environmental issue report no. 22. Copenhagen: European Environment Agency, 2001.

SCHINDLER, S. Theoretical Virtues: Do Scientists Think What Philosophers Think They Ought to Think? **Philosophy of Science**, v. 89, n. 3, p. 542–564, jul. 2022.

SCHLOSBERG, D. **Defining environmental justice: theories, movements, and nature**. Oxford ; New York: Oxford University Press, 2007.

SCHULTES, L. et al. Total Fluorine Measurements in Food Packaging: How Do Current Methods Perform? **Environmental Science & Technology Letters**, v. 6, n. 2, p. 73–78, 12 fev. 2019.

SELGELID, M. J. Governance of dual-use research: an ethical dilemma. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 87, n. 9, p. 720–723, set. 2009.

SEMB, A. Sulphur dioxide: from protection of human lungs to remote lake restoration. In: HARREMOËS, P. et al. (eds.). **Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000**, Environmental issue report no. 22. Copenhagen: European Environment Agency, 2001.

SEN, A. Well-Being, Agency and Freedom: The Dewey Lectures 1984. **The Journal of Philosophy**, vol. 82, n. 4, p. 169–221, 1985.

SILDEBERG, E. Risk Assessment and Risk Management: An Uneasy Divorce. In: MAYO, D. G.; HOLLANDER, R. D. (EDS.). **Acceptable evidence: science and values in risk management**. New York: Oxford University Press, 1991.

SILVA, R. A Distinção Fato/Valor. In: BRANQUINHO, J.; SANTOS, R. **Compêndio em Linha de Problemas de Filosofia Analítica**. Lisboa: Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa, 2014.

SIMMONDS, M.; JOHNSTON, P. Talking Point: Green light for precautionary science. **New Scientist**, vol. 1780, 1991.

SINGER, A. B. et al. Menstrual cycle characteristics as determinants of plasma concentrations of perfluoroalkyl substances (PFASs) in the Norwegian Mother and Child Cohort (MoBa study). **Environmental Research**, v. 166, p. 78–85, out. 2018.

SINGH, R. R.; PAPANASTASIOU, D. K. Comment on “Scientific Basis for Managing PFAS as a Chemical Class”. **Environmental Science & Technology Letters**, v. 8, n. 2, p. 192–194, 9 fev. 2021.

SISMONDO, S. **Ghost-managed medicine: Big Pharma’s invisible hands**. First edition ed. Manchester: Mattering Press, 2018.

SHRADER-FRECHETTE, K. S. **Tainted: how philosophy of science can expose bad science**. Oxford ; New York: Oxford University Press, 2014.

SHRADER-FRECHETTE, K. S. How Some Scientists and Engineers Contribute to Environmental Injustice. **The Bridge**, Spring 2017.

SOUZA, P. B. DE. Agnotologia e o Princípio da Precaução. **Principia: an international journal of epistemology**, v. 25, n. 2, p. 289–304, 23 nov. 2021.

STANFORD, K. Underdetermination of Scientific Theory. In: ZALTA, E. N.; NODELMAN, U. (Eds.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Summer 2023 ed. [s.l.] Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2023.

STEEL, D. Extrapolation, uncertainty factors, and the precautionary principle. **Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences**, vol. 42, p. 356-64, 2011.

STEEL, D. **Philosophy and the Precautionary Principle: Science, Evidence, and Environmental Policy**. Cambridge: Cambridge University Press, 2015.

STEEL, D. Wishful Thinking and Values in Science. **Philosophy of Science**, v. 85, n. 5, p. 895–905, dez. 2018.

STEEL, D.; WHYTE, K. P. Environmental Justice, Values, and Scientific Expertise. **Kennedy Institute of Ethics Journal**, v. 22, n. 2, p. 163–182, 2012.

STEEL, D.; GONNERMAN, C.; O'ROURKE, M. Scientists' attitudes on science and values: Case studies and survey methods in philosophy of science. **Studies in History and Philosophy of Science Part A**, v. 63, p. 22–30, jun. 2017.

STEELE, K. The precautionary principle: a new approach to public decision-making? **Law, Probability and Risk**, v. 5, n. 1, p. 19–31, 6 dez. 2006.

STEFFEN, W. et al. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 1259855–1259855, 13 fev. 2015

STEGENGA, J. Drug Regulation and the Inductive Risk Calculus. In: ELLIOTT, K. C.; RICHARDS, T. (eds.). **Exploring Inductive Risk: Case Studies of Values in Science**. Oxford: Oxford University Press, 2017.

SUBMISSION BY PHILIP MORRIS INTERNATIONAL MANAGEMENT S.A. TO THE U.K. DEPARTMENT OF HEALTH REGARDING CIGARETTE INGREDIENTS. VOLUME I: GENERAL COMMENTS. 2001 October 09. **Philip Morris Records**; Master Settlement Agreement. Disponível em: <<https://www.industrydocuments.ucsf.edu/docs/glyj00082001>>. Acesso em 05 mai 2021.

SUNDSTROM, M. et al. A temporal trend study (1972–2008) of perfluorooctanesulfonate, perfluorohexanesulfonate, and perfluorooctanoate in pooled human milk samples from Stockholm, Sweden. **Environment International**, v. 37, n. 1, p. 178–183, jan. 2011.

SUNDSTROM, M. et al. Radiosynthesis of perfluorooctanesulfonate (PFOS) and perfluorobutanesulfonate (PFBS), including solubility, partition and adhesion studies. **Chemosphere**, v. 87, n. 8, p. 865–871, maio 2012.

SUNSTEIN, C. **Laws of Fear: Beyond the Precautionary Principle**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

SURYANARAYANAM, S.; KLEINMAN, D. L. **Vanishing Bees: Science, Politics, and Honeybee Health**. New Brunswick: Rutgers University Press, 2017.

SZILAGYI, J. T.; AVULA, V.; FRY, R. C. Perfluoroalkyl substances (PFAS) and their effects on the placenta, pregnancy and child development: A potential mechanistic role for placental peroxisome proliferator-activated receptors (PPARs). **Current environmental health reports**, v. 7, n. 3, p. 222–230, set. 2020.

TAYLOR, B. L. et al. Lessons from Monitoring Trends in Abundance of Marine Mammals. **Marine Mammal Science**, v. 23, n. 1, p. 157–175, 2007.

THALOS, M. There is no core to precaution. **Review Journal of Political Philosophy**, vol. 7, n. 2, p.41-49, 2009.

THALOS, M. Precaution has its reasons. In: KABASENCHE, W. et al. **Topics in Contemporary Philosophy 9: The Environment, Philosophy, Science and Ethics**. Cambridge: MIT Press, 2012.

TICKNER, J. A. Commentary: Barriers and Opportunities to Changing the Research Agenda to Support Precaution and Primary Prevention. **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**, v. 11, n. 1, p. 221–234, 23 fev. 2005.

TICKNER, J. A.; GEISER, K. The precautionary principle stimulus for solutions- and alternatives-based environmental policy. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 24, n. 7–8, p. 801–824, out. 2004.

TICKNER, J. GOUVEIA-VIGEANT, T. The 1991 Cholera Epidemic in Peru: Not a Case of Precaution Gone Awry. **Risk Analysis**, vol. 23, n. 3, p.495-502, 2005.

TICKNER, J.; KRIEBEL, D. The role of science and precaution in environmental and public health policy. FISHER, E.; JONES, J.; VON SCHOMBERG, R (eds). **Implementing the Precautionary Principle: Perspectives and Prospects**. Northampton: Edward Elgar, 2006

TODT, O.; LUJÁN, J. L. Analyzing Precautionary Regulation: Do Precaution, Science, and Innovation Go Together? **Risk Analysis**, v. 34, n. 12, p. 2163–2173, 2014.

TOKRANOV, A. K. et al. How Do We Measure Poly- and Perfluoroalkyl Substances (PFASs) at the Surface of Consumer Products? **Environmental Science & Technology Letters**, v. 6, n. 1, p. 38–43, 8 jan. 2019.

TOL, R. The marginal damage costs of carbon dioxide emissions: An assessment of the uncertainties. **Energy Policy**, vol. 33, p. 2064-74, 2005.

TORRES, L. et al. Effect of Perfluorooctanesulfonic acid (PFOS) on immune cell development and function in mice. **Immunology Letters**, v. 233, p. 31–41, maio 2021.

TROUWBORST, A. **Precautionary Rights and Duties of States**. Leiden: Martinus Nijhoff, 2006.

UN. **World Charter for Nature**. Nova York: UN, 1982

VAUGHAN, A. UK's slow response to covid-19 was a “serious” error, say MPs. **New Scientist**, nº 3356, 2021.

VERNER, M.-A. et al. Associations of Perfluoroalkyl Substances (PFAS) with Lower Birth Weight: An Evaluation of Potential Confounding by Glomerular Filtration Rate Using a Physiologically Based Pharmacokinetic Model (PBPk). **Environmental Health Perspectives**, v. 123, n. 12, p. 1317–1324, dez. 2015.

VIA CAMPESINA. **Plataforma da Via Campesina para a agricultura**, 2010. Disponível em: < <https://mst.org.br/2010/05/26/plataforma-da-via-campesina-para-a-agricultura/>>. Acesso em 20 mai 2023.

VUCETICH, J. A.; NELSON, M. P. Sustainability: Virtuous or Vulgar? **BioScience**, v. 60, n. 7, p. 539–544, 1 ago. 2010.

WAGNER, W. E.; GOLD, S. C. Legal obstacles to toxic chemical research. **Science**, v. 375, n. 6577, p. 138–141, 14 jan. 2022.

WALDMAN, R. L. *et al.* O Princípio da Precaução e o Princípio de Responsabilidade de Hans Jonas. **REVISTA QUAESTIO IURIS**, 10, 1, 2017.

WALLINGTON, T. J.; ANDERSEN, M. P. S.; NIELSEN, O. J. The case for a more precise definition of regulated PFAS. **Environmental Science: Processes & Impacts**, v. 23, n. 12, p. 1834–1838, 2021.

WANG, Z. et al. Hazard assessment of fluorinated alternatives to long-chain perfluoroalkyl acids (PFAAs) and their precursors: Status quo, ongoing challenges and possible solutions. **Environment International**, v. 75, p. 172–179, 1 fev. 2015.

WANG, Z. et al. A Never-Ending Story of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs)? **Environmental Science & Technology**, v. 51, n. 5, p. 2508–2518, 7 mar. 2017.

WARD, Z. B. On value-laden science. **Studies in History and Philosophy of Science Part A**, v. 85, p. 54–62, fev. 2021.

WEBER, M. **The Methodology of Social Sciences**. Illinois: The Free Press, 1948.

WEBER, M. A “objetividade” do conhecimento na ciência social e na ciência política. In: WEBER, M. **Metodologia das ciências sociais - Parte 1**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade Estadual de Campinas, 2001.

WEBER, M. **Ensaio de sociologia**. Tradução de Waltensir Dutra. 5a ed. Rio de Janeiro, LTC, 2013.

WEDY, G. **O princípio constitucional da precaução como instrumento de tutela do meio ambiente e da saúde pública: de acordo com o Direito das Mudanças Climáticas e o Direito dos Desastres**. 3ª ed. Belo Horizonte: Fórum, 2020.

WEISS, R. Max Weber e o problema dos valores: as justificativas para a neutralidade axiológica. **Revista de Sociologia e Política**, v. 22, n. 49, p. 113–137, mar. 2014.

WERTZ, Marcia S. et al. The Toxic Effects of Cigarette Additives. Philip Morris' Project Mix Reconsidered: An Analysis of Documents Released through Litigation. **PLoS Medicine**, vol. 8, n. 12, e1001145, 2011.

WHITESIDE, K. H. **Precautionary politics: principle and practice in confronting environmental risk**. Cambridge: MIT Press, 2006.

WILHOLT, T. Bias and values in scientific research. **Studies in History and Philosophy of Science Part A**, v. 40, n. 1, p. 92–101, mar. 2009.

WILHOLT, T. Scientific freedom: its grounds and their limitations. **Studies in History and Philosophy of Science Part A**, v. 41, n. 2, p. 174–181, jun. 2010.

WIRTH, D. The World Trade Organization Dispute Over Genetically Modified Organisms: The Precautionary Principle Meets International Trade Law. **Vermont Law Review**, 37, 4, pp. 1153-1188, 2013.

WIRTHLIN WORLDWIDE. **The Precautionary Principle: throwing the science out with the bathwater**. Fevereiro, 2000. Disponível em: <http://www.rachel.org/files/document/The_Precautionary_Principle_Throwing_Science_Out.pdf>. Acesso em 12 mar 2021.

WU, H. et al. Can the observed association between serum perfluoroalkyl substances and delayed menarche be explained on the basis of puberty-related changes in physiology and pharmacokinetics? **Environment International**, v. 82, p. 61–68, set. 2015.

ZEILMAKER, M. J. et al. Mixture exposure to PFAS: A Relative Potency Factor approach. DOI: 10.21945/RIVM-2018-0070. 2018.

ZWANENGERG, P.; MILLSTONE, E. 'Mad cow disease' 1980s–2000: how reassurances undermined precaution. In: HARREMOËS, P. et al. (eds.). **Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000**, Environmental issue report no. 22. Copenhagen: European Environment Agency, 2001.

Apêndice: Casos ilustrativos do argumento histórico para o PP

Questões/Caso	Pesca bacalhau do norte (MCGARVIN, 2001)
Primeiros alertas	1986: Relatório indicando subestimação do impacto da pesca.
Ações tomadas	1988-1990: Relatórios governamentais confirmando sobrepesca; 1992: com o colapso da pesca de bacalhau, imposição de uma moratória.
Custos e benefícios	Custos estimados em bilhões de dólares.
Questões/Caso	Radiação (LAMBERT, 2001)
Primeiros alertas	1896: Lesões resultantes da exposição de raio-x notadas por alguns cientistas.
Ações tomadas	1961 - 1996: Regulações em diversos países sobre o uso de substâncias radioativas.
Custos e benefícios	Número não estimado de mortes e câncer induzido por radiação.
Questões/Caso	Benzeno (INFANTE, 2001)
Primeiros alertas	1897: Relatórios indicando benzeno como causa de anemia plástica; 1928: primeiro estudo publicado de leucemia causada por benzeno;
Ações tomadas	1978: retirada voluntária do benzeno de produtos para consumo nos EUA. 1977-1987: após dez anos de litígio, aprovação do limite de exposição para a substância.
Custos e benefícios	275 mortes apenas no período do litígio sobre a aprovação do limite de exposição.
Questões/Caso	Asbestos (GEE & GREENBERG, 2001).
Primeiros alertas	1898-1906: relatos de efeitos danosos de asbestos por inspetores e funcionários de fábricas inglesas e francesas.
Ações tomadas	1999: banimento de asbestos na União Europeia.
Custos e benefícios	Benefícios: estimativa de 2105 vidas que poderiam ser salvas se teatros no fim do séc. XIX tivessem isolamento de asbestos contra fogo; empregos e lucro para a indústria (e.g, £9 milhões em 1965 da Turner Brothers). Custos estimados em 400 mil mortes de câncer por asbestos nas próximas décadas apenas na Europa.
Questões/Caso	Bifenilos policlorados (PCBs) (KOPPE & KEYS, 2001).
Primeiros alertas	1899: trabalhadores da indústria de PCBs com cloracne; 1937: estudo mostrando cloracne e dano ao fígado em ratos.
Ações tomadas	1970-1980: restrições em diversos países. Eliminação gradativa na União Europeia até 2010.
Custos e benefícios	Ainda não estimado, dada sua disseminação no meio ambiente;
Questões/Caso	Halocarbonos e a camada de ozônio (FARMAN, 2001).
Primeiros alertas	1974: publicação de pesquisa de que clorofluorcarbonetos estariam destruindo a camada de ozônio;
Ações tomadas	1987: data do Protocolo de Montreal.

Custos e benefícios	Não estimado.
Questões/Caso	Dietilestilbestrol (DES) (IBARRETA & SWAN, 2001).
Primeiros alertas	1938: relatórios de que DES (utilizado como medicamento para prevenir aborto espontâneo) aumentava incidência de câncer em animais não humanos.
Ações tomadas	1971-1985: banimento de seu uso nos EUA e, posteriormente, nos demais países.
Custos e benefícios	Estima-se 10 milhões de pessoas (mães, filhos e filhas) expostas ao DES.
Questões/Caso	Antimicrobianos (EDQVIST & PEDERSEN, 2001)
Primeiros alertas	1969: Relatório recomendando restrições no uso de antimicrobianos na alimentação de animais não humanos, dados possíveis efeitos adversos (resistência antibiótica nos próprios animais não humanos e transferência a humanos);
Ações tomadas	1998: banimento de quatro antimicrobianos na União Europeia.
Custos e benefícios	Não estimado.
Questões/Caso	Dióxido de enxofre (SEMB, 2001).
Primeiros alertas	1952: data do Grande Nevoeiro de Londres; 1968: acidificação de rios na Suécia;
Ações tomadas	1979 em diante: diretrizes sobre qualidade do ar estabelecidas pela Organização Mundial da Saúde.
Custos e benefícios	Não estimado, mas houve mortes pelo acontecimento em Londres (2000 pessoas), acidificação de rios e mortes de florestas.
Questões/Caso	Éter metil-terc-butílico (MTBE) (KRAUS & HARREMOES, 2001).
Primeiros alertas	1954: primeiro artigo sobre a baixa biodegradabilidade da família do éter. 1990: estudos indicando que MTBE pode poluir água subterrânea;
Ações tomadas	2000: alguns países adotam medidas para reduzir MTBE como aditivo no petróleo.
Custos e benefícios	Análise de custo-benefício do uso de MTBE na Califórnia concluiu que ele não é melhor que alternativas.
Questões/Caso	Pesticidas organoclorados (GILBERTSON, 2001).
Primeiros alertas	1962: publicação de <i>Primavera Silenciosa</i> , de Rachel Carson. 1966: pesquisa indicando compostos organoclorados em organismos nos Grandes Lagos.
Ações tomadas	1969: banimento do DDT no Canadá. 1972: banimento do DDT nos EUA.
Custos e benefícios	Não estimado. Outros efeitos adversos da exposição a tais substância continuam sendo descobertos.
Questões/Caso	Tributil estanho (TBT) (SANTILLO <i>et al.</i> , 2001).
Primeiros alertas	1970: aumento do uso de tinta antivegetativa com TBT em navios e observações de imposex em ostras (quase colapso da pesca de ostras em uma região francesa entre os anos de 1976-181).
Ações tomadas	1982: proibição na França de TBT em tintas antivegetativas. 2008: banimento global.

Custos e benefícios	Não estimado.
Questões/Caso	Hormônios de crescimento (BRIDGES & BRIDGES, 2001).
Primeiros alertas	1972: pesquisa de que DES, utilizado como hormônio de crescimento para gado, afetaria várias espécies no meio ambiente.
Ações tomadas	1988: banimento na União Europeia de vários hormônios promotores de crescimento, dada incerteza sobre efeitos adversos.
Custos e benefícios	Não estimado.
Questões/Caso	Encefalopatia Espongiforme Bovina (EEB) (ZWANENGERG & MILLSTONE, 2001).
Primeiros alertas	1979: Comissão do Reino Unido identifica riscos de patógenos em ração animal, e recomenda padrões mínimos de processamento. 1986: Primeiros casos de EEB são oficialmente reconhecidos.
Ações tomadas	1988: recomendação de que carne de bovinos infectados não faça parte da alimentação humana e animal.
Custos e benefícios	Custos estimados em mais de £4 bilhões. Casos de Doença de Creutzfeldt-Jakob em humanos causados por EEB.