

2. Disciplinas e indisciplina

O Capítulo 2 propõe uma organização da literatura, no campo da segurança industrial, que visa a evitar o atrelamento a qualquer disciplina ou tradição de pesquisa específicas, a fim de considerar a questão de uma forma multidimensional. Não é, no entanto, um exercício especulativo. Essa retrospectiva e a ambição interdisciplinar que a acompanha são o resultado de muitos anos de estudo e pesquisa, indo e voltando entre, por um lado, o longo tempo gasto no campo em numerosos sistemas de riscos durante estudos etnográficos ou de pesquisa-ação e, por outro, investigações teóricas em diferentes campos relacionados com questões de segurança industrial e de risco. Este capítulo representa, portanto, uma retrospectiva original, introduzindo os elementos necessários para uma compreensão estruturada, ao redor de um objeto (segurança industrial) e de um projeto (avaliação de segurança industrial), independentemente de qualquer base disciplinar específica, ou como veremos posteriormente, tradição de pesquisa.

Este capítulo é, portanto, central neste livro. Constitui o pano de fundo mínimo para uma abordagem empírica desse assunto a partir de um ângulo interdisciplinar. Condiciona a própria possibilidade de acesso ao problema aqui delimitado e de alcançar o objetivo de um questionamento intelectualmente autônomo, enquadrando o problema adequadamente. De fato, como será discutido no Capítulo 3, diz-se que a realidade é “carregada de teoria” (expressão emprestada da filosofia da ciência), isto é, que nossas perguntas, nossa visão do mundo, não procedem de uma indução, mas de uma seleção, com base em nosso conhecimento prévio, do que pensamos ser relevante para observar, olhar e compreender. Este capítulo é, portanto, fundamental ao identificar espaços de pesquisa que tratam de questões de risco e segurança industrial que, considerados separada e isoladamente, abordam apenas um aspecto dessas questões,

pelo próprio funcionamento da pesquisa científica, com suas conhecidas limitações, além de suas virtudes.

Múltiplas contribuições para a segurança industrial

Uma leitura histórica na encruzilhada

Este capítulo aborda a segurança industrial e os acidentes, posicionando-se entre vários tipos de revisões e organização da literatura sobre esse assunto. Uma primeira opção favorece um ponto de vista bastante disciplinar (ou uma tradição de pesquisa) bem delimitado em matéria de segurança, por exemplo, as ciências da engenharia,¹ a ergonomia cognitiva² ou a teoria e sociologia das organizações.³ Uma segunda opção apresenta, de forma muito mais sucinta, uma tendência à sucessão de três perspectivas nas estratégias de prevenção nos últimos cinquenta anos: técnica, humana e organizacional.⁴ Uma terceira opção, pluri ou multidisciplinar, propõe a aproximação de pontos de vista.⁵ É uma quarta abordagem, que se encaixa entre as opções anteriores, que eu pretendo seguir aqui. Favorece em primeiro lugar uma perspectiva interdisciplinar (diferente das opções disciplinares e multidisciplinares) e em segundo lugar uma perspectiva mais “emaranhada”, um pouco menos categórica e linear do que a sugestão de uma sucessão de três períodos distintos (técnico, humano e organizacional).

Como veremos, houve muitos desenvolvimentos ocorrendo mais ou menos em paralelo ao longo dos anos, mais do que uma sucessão bem definida de abordagens, como sugerem muitos autores no campo da segurança industrial. Observamos também que cada abordagem se desenvolveu mais ou menos independentemente, apesar da circulação de conceitos e reflexão sobre um objeto comum, sem que nenhum dos campos recém-constituídos tenha sido realmente substituído ou suplantado por outro durante os últimos trinta anos. Ao contrário, historicamente, tem havido a produção de um conjunto do que mais tarde será definido como tradições de pesquisa, ou seja, corpos de conhecimento caracterizados pelo encontro entre as diversas disciplinas e o campo empírico e teórico ao redor da questão da segurança industrial. Essas tradições de pesquisa continuam a se desenvolver de forma relativamente autônoma, com mais ou menos trocas.

Além disso, à distinção tradicional “técnica, humana e organizacional”, que se refere muito esquematicamente a três níveis de análise, deve ser

acrescentado o papel das autoridades de controle, da ação pública, da *expertise* e das agências ou institutos, mas também das interações com a sociedade civil. Esse nível de análise constitui em si um eixo de pesquisa que se soma às outras três dimensões. Constitui, portanto, um quarto eixo, sustentado por tradições de pesquisa e disciplinas específicas (em particular a sociologia da ação pública, a ciência política e o direito). Entretanto, dada a estratégia e os objetivos deste capítulo, é preciso fazer agora alguns esclarecimentos preliminares.

Multi/pluri/poli/inter/transdisciplinaridade

Nos últimos anos, os apelos à interdisciplinaridade têm sido numerosos, e tais abordagens e projetos foram incentivados.⁶ Existe hoje uma literatura abundante sobre o assunto, com pesquisadores que o estudaram e até mesmo se especializaram nele.⁷ Entretanto, à expressão da interdisciplinaridade somam-se os termos multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade ou até polidisciplinaridade e transdisciplinaridade. Para eliminar certas ambiguidades, três distinções podem ser feitas, sendo bem resumidas pelo filósofo e sociólogo Edgar Morin no excerto seguinte.⁸

Voltemos aos termos interdisciplinaridade, multi ou polidisciplinaridade e transdisciplinaridade, que não foram definidos por serem polissêmicos e vagos. Por exemplo, a interdisciplinaridade pode significar simplesmente que disciplinas diferentes se sentam à mesma mesa, na mesma assembleia, assim como as diferentes nações se reúnem na ONU sem poder fazer nada além de afirmar seus próprios direitos nacionais e sua soberania sobre as invasões de seus vizinhos. Mas a interdisciplinaridade também pode significar troca e cooperação, de modo que a interdisciplinaridade pode se tornar algo orgânico. A polidisciplinaridade se refere a uma associação de disciplinas ao redor de um projeto ou objeto comum a elas; ora as disciplinas são convocadas como especialistas técnicas para resolver este ou aquele problema, ora, ao contrário, interagem profundamente para tentar conceber esse objeto e esse projeto, como no exemplo da hominização.

No que diz respeito à transdisciplinaridade, muitas vezes é uma questão cognitiva, de visão sintética cruzando as disciplinas, tão poderosa às vezes que as energiza. Na verdade, são complexas relações de inter, poli e transdisciplinaridade as que têm ocorrido e tido um papel frutífero na

história da ciência, envolvendo especialmente aspectos como a cooperação e, melhor, articulação, um objeto comum e, melhor, projeto comum.

Sobre a transdisciplinaridade temos também a reflexão, em outro trabalho de Morin, de que “A história da ciência é atravessada por grandes unificações transdisciplinares marcadas pelos nomes de Newton, Maxwell, Einstein, e pela influência de filosofias subjacentes (empirismo, positivismo, pragmatismo) ou imperialismos teóricos (marxismo, freudismo)”.⁹

Portanto, mesmo que os conceitos permaneçam vagos e polissêmicos, podemos considerar as três distinções seguintes a partir da proposta de Edgar Morin:

- *Pluri ou multidisciplinaridade*: abordagem que consiste em propor diferentes pontos de vista de várias disciplinas sobre o mesmo assunto, sem procurar combinar, confrontar, articular ou fazer trocas entre as diferentes disciplinas.
- *Poli ou interdisciplinaridade*: abordagem que visa fazer operar, circular, fundir, complementar-se e confrontar-se em torno de um objeto comum ou dentro de um projeto comum, a fim de buscar articulações e chegar a um novo ângulo de visão, irredutível às contribuições individuais de cada disciplina.
- *Transdisciplinaridade*: abordagem que tem uma dimensão transversal com respeito a todas as ciências ou disciplinas, como a noção de “sistema”, utilizada transversalmente em todos os campos do conhecimento, ou o princípio de “auto-organização” (que será analisado no Capítulo 3, dedicado à complexidade).¹⁰

As distinções aqui propostas têm a vantagem de serem bastante robustas em relação a muitas publicações recentes na área,¹¹ mesmo que se possa ir mais longe nos refinamentos e distinções dentro dessa primeira divisão. Existem de fato propostas mais detalhadas, diferenciando com mais precisão a multi, inter e transdisciplinaridade. A tipologia de Julie Klein¹² é um exemplo. Essa historiadora, especializada no assunto, compilou e organizou um grande número de trabalhos realizados nos últimos trinta anos sobre essa questão, e propõe nuances que estão ausentes do primeiro mapeamento que acabamos de apresentar. Sobre a multidisciplinaridade, encontramos princípios distintos de justaposição, sucessão ou coordenação. Quanto à interdisciplinaridade, ela se

subdivide em interdisciplinaridade estreita ou ampla e abrangente, metodológica ou teórica, instrumental ou crítica, endógena ou exógena, composta, auxiliar ou contextualizadora etc. Esses matizes serão aproveitados nos capítulos seguintes para definir melhor as contribuições que aparecem nas diferentes etapas que constituem os capítulos.

Transdisciplinaridade: modo 1 e modo 2

Além disso, deve-se acrescentar aqui que a transdisciplinaridade às vezes também é pensada como uma nova prática da ciência visando uma maior participação da sociedade na orientação, mas também na execução da pesquisa científica. De acordo com alguns autores, os contornos de novas práticas têm de fato surgido gradualmente.¹³ A respeito disso, propõem distinguir entre diferentes regimes de produção científica, “modo 1” e “modo 2”. O modo 1 se refere a uma abordagem considerada tradicional, ou seja, uma pesquisa científica desinteressada que produz conhecimento em nome do conhecimento, com o objetivo de buscar a verdade. Ocorre nas universidades, é disciplinar e relativamente autônomo da demanda social e industrial. Somente os pesquisadores conhecem as direções a seguir, com base na ciência que dominam na sua área de especialização.

Um modelo alternativo de produção científica, denominado “modo 2”, foi gradualmente sobreposto ao modo 1, sem substituí-lo completamente. Esse modo se caracteriza por uma interação muito mais forte com a indústria ou a demanda social, e se orienta para objetivos finais e contextualizados, sem necessariamente respeitar as divisões disciplinares clássicas, refletidas pelos departamentos universitários. A diferença entre os modos 1 e 2, no entanto, segundo os autores, não corresponde à distinção tradicional entre ciências “básicas” e “aplicadas”. É bem provável que o modo 2 traga à tona questões que poderiam ser classificadas como básicas na visão antiga. Também não se trata de utilizar conhecimentos básicos para projetos de pesquisa aplicada e, portanto, “apenas aplicar” os conhecimentos já disponíveis. Trata-se de produzir conhecimentos novos e úteis para fins específicos.

Essa abordagem tem sido amplamente adotada, porém não faltam críticas de filósofos, historiadores e sociólogos da ciência e da tecnologia. Para a filósofa e historiadora da ciência Bernadette Bensaude-Vincent, por exemplo, “eles devem ser considerados como modelos ideais que nunca ocorrem plenamente, mas comportam sistemas de valores que orientam as escolhas políticas

em termos de pesquisa [...] Esses modelos ideais têm uma função mais performativa do que descritiva”.¹⁴ Para Christophe Bonneuil, historiador e sociólogo da ciência, e Pierre-Benoît Joly, economista e sociólogo,

à binaridade dos modos 1 e 2 (adquirindo em Gibbons e seus colegas uma espécie de evidência natural e de necessidade), devemos contrapor os múltiplos modos de existência da ciência na sociedade desde o Renascimento, em que o “modo 1” parece nunca ter existido claramente ou sido dominante pelo menos.¹⁵

Uma dinâmica científica não tão nova?

Portanto, é útil sublinhar o que Edgar Morin nos lembra no trecho já citado. “São complexos de inter, poli e transdisciplinaridade que operaram e desempenharam um papel frutífero na história da ciência”. Em retrospectiva, é bem possível mostrar que tais dinâmicas já ocorreram no passado. É o que Claude Debru, filósofo da ciência, aponta com o caso de Louis Pasteur:

Seu itinerário vai da química, cristalografia, óptica, à medicina e à sociedade, com consequências consideráveis, especialmente em termos de higiene social. Esse percurso merece completamente o epíteto de transdisciplinaridade: atravessa muitas disciplinas e, ao fazê-lo, transfere os métodos comprovados de uma para outra, enriquecendo-os e modificando-os.¹⁶

Como escreve Bruno Latour, sociólogo e filósofo, sobre Louis Pasteur,

a cristalografia, a bioquímica, e a imunologia, por exemplo, estão entre as disciplinas que ele inicia e não continua, desviando-se para problemas que fascinam um número maior de pessoas [...] Pasteur é totalmente indiferente aos limites disciplinares e à autonomia profissional.¹⁷

Outros candidatos a tal descrição também são mencionados por Claude Debru, incluindo Ernst Mach, Erwin Schrödinger, Alan Turing e Herbert Simon, sobre quem Jean Pierre Dupuy, um filósofo da ciência, escreveu: “os historiadores das ideias o consideram um homem renascentista perdido no século XX, uma espécie de Leonardo da Vinci dos tempos modernos”.¹⁸ Essa dinâmica da ciência não é, portanto, inteiramente nova, apesar da clara evolução das

condições de circulação do conhecimento em suas diferentes formas, com a explosão da especialização científica e das barreiras institucionais (particularmente com as universidades e, em geral, com a divisão do trabalho científico), e com a transformação dos sistemas de financiamento e interação entre a pesquisa privada e pública, o aumento do nível educacional e as mudanças na relação entre ciência e sociedade etc. Devemos, portanto, retornar a alguns dos problemas atualmente associados à prática da interdisciplinaridade.

Custos cognitivos, sociais e institucionais do pesquisador poli e/ou interdisciplinar

Os custos (ou obstáculos) das abordagens que visam mobilizar várias disciplinas (para fins “multi”, “poli” ou “inter”) são numerosos para o pesquisador, e são de pelo menos três tipos: cognitivo, social e institucional. Cognitivamente, é uma estratégia de pesquisa aventureira no sentido de um pouco arriscada. Ela convida à exploração e descoberta de diferentes campos, sem que o pesquisador tenha sido treinado previamente em todos eles, obviamente. O perigo é não os dominar suficientemente, cair no sincretismo, ou mesmo se perder. Por outro lado, é cognitivamente intenso. Como aponta o psicólogo Bernard Claverie em uma reflexão sobre esses aspectos cognitivos,

a multidisciplinaridade e a interdisciplinaridade [...] requerem um esforço de reflexão, um desejo de ir além da rotina, uma estratégia colaborativa que exige energia para compartilhar os valores de diferentes comunidades. Esse processo corresponde a um pensamento voluntário, guiado por um desejo de associação entre as representações. São esses pontos de vista distintos, às vezes a partir das mesmas redes ou sub-redes, que devem então se cruzar. E não é fácil adotar os do outro que perturbam a própria representação. O recurso ao simbólico é onipresente, difícil e cansativo. Por falta de motivação ou desgaste se tende a voltar para o mais simples, no conforto cognitivo da simples coordenação de representações espontâneas.¹⁹

No plano social, essa aventura indisciplinada fora do próprio campo de competência, no território de outros pesquisadores, não deixa de gerar incompreensão, talvez até rejeição, e conseqüentemente também um certo isolamento. Essa rejeição por parte dos outros pode ser explicada da mesma forma, pelas dificuldades e custos cognitivos, sociais e institucionais que o pesquisador

multidisciplinar ou interdisciplinar enfrenta. Não sendo sociólogo, nem ergonomista, nem engenheiro, nem gestor, nem cientista político ou filósofo (epistemólogo), mas ainda assim, um pouco de tudo para lidar, por exemplo, com a questão da segurança industrial e os acidentes tecnológicos maiores. O pesquisador que visa uma abordagem interdisciplinar pode ter dificuldade, muitas vezes, para construir uma “identidade científica”.

Finalmente, em nível institucional, essa estratégia de pesquisa pode enfrentar enormes dificuldades de valorização. Os revisores e comissões científicas nem sempre se sentem à vontade para julgar a qualidade do trabalho interdisciplinar, dado seu caráter muito híbrido, articulando-se no cruzamento de campos diversos. Bernard Claverie, mais uma vez, comenta:

Portanto, é para o mais simples que o pensamento tenderá. Não é surpreendente que quando o sujeito está envolvido em tarefas mentais pesadas, quando está cansado ou se sente ameaçado, ele retorne aos processos mais estabilizados, mais rotineiros, aos modelos abstratos e aos padrões de pensamento mais habituais, confortáveis e tranquilizadores. Os avaliadores, que não buscam complexidade, participam desse processo.²⁰

Neste capítulo, a abordagem preferida é, em primeira instância, bastante multidisciplinar na orientação, ainda que leve os campos ao diálogo para compará-los, para organizá-los de acordo com alguns de seus pontos comuns, a fim de dar uma estrutura a esse “reservatório” empírico e conceitual de trabalhos. Permite comparar diferentes disciplinas a fim de preparar, em uma segunda fase, uma elaboração interdisciplinar desta vez, que contribua para a construção de um objeto autônomo e para o projeto de avaliação.

Quatro categorias: instalação, cognição, organização, regulação

Com esses esclarecimentos em mente, a Figura 2.1 mostra, de maneira muito simplificada, um agrupamento temático de disciplinas e tradições de pesquisa em quatro categorias, baseado em minha experiência de pesquisa em acidentes e segurança industrial. A produção de conhecimentos nessa área, na forma de publicações, aconteceu a partir dos anos 1960, especialmente durante os anos 1970 e 1980. Durante essas duas décadas, em muitas áreas, em engenharia,

ergonomia, administração, sociologia, direito e política, surgiram questionamentos específicos sobre esse tema.

Estes nasceram ou cresceram à luz de acidentes maiores, na petroquímica com Feyzin (1966) na França, na química com Flixborough (1974) na Inglaterra, ou no setor nuclear com Three Mile Island (1978) nos Estados Unidos, e com a primeira onda de acidentes extraordinários dos anos 1980 (Chernobyl, Bhopal, Challenger, Piper Alpha etc.; ver Quadro 1 na Introdução). Durante a década de 1990, cada um desses questionamentos continuou a se desenvolver de forma independente, enquanto conversavam mais ou menos entre eles (especialmente por meio da circulação de conceitos). Nos anos 2000, essa situação persistiu, com fortes bases disciplinares, que se comunicam com maior ou menor intensidade. Agrupo-os usando quatro termos terminados em -ção: instalação, cognição, organização e regulação.

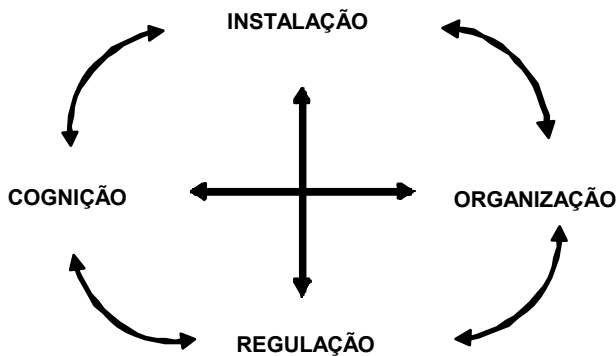


Figura 2.1 Quatro categorias

Isso permite agrupar disciplinas com escopos, objetos e projetos similares (ainda que distintos). Esses termos, portanto, abrangem respectivamente:

- 1) *Instalação*: ciências da engenharia (incluindo segurança operacional e modelagem), matemática, física e química dos fenômenos e ciência da computação.
- 2) *Cognição*: ergonomia (fisiológica, psicológica ou cognitiva); psicologia, psicossociologia ou trabalho cooperativo assistido por computador.
- 3) *Organização*: ciências da administração, sociologia das organizações e do trabalho, antropologia e sociologia da ciência e da tecnologia.
- 4) *Regulação*: direito, sociologia da ação pública e ciência política.

Dentro de todas essas disciplinas, apenas são buscadas e mobilizadas as contribuições dedicadas à segurança industrial, ou seja, à prevenção de riscos tecnológicos maiores nas indústrias em operação (ou seja, nuclear, química, transporte). Meu projeto envolve, portanto, fazer empréstimos seletivos de trabalhos empíricos e teóricos em diferentes campos disciplinares ou tradições de pesquisa, que lançam luz sobre o objetivo da avaliação da segurança industrial. Quando articulados (na interação entre o olhar empírico e teórico que este livro propõe), tornam possível uma compreensão de alcance bem diferente do que permitiria uma abordagem baseada em uma única área de conhecimento. Isso será discutido no Capítulo 3.

Um capítulo exposto à crítica disciplinar

Este capítulo, portanto, pode ser o mais frustrante e confuso para os pesquisadores das várias disciplinas ou tradições de pesquisa apresentadas. Frustrante, por um lado, porque nenhuma das seções seguintes poderá se aprofundar nas áreas cobertas. Por exemplo, a categoria de regulação de risco (correspondente à noção anglo-saxônica de *risk regulation*) pode ser conectada aos estudos das ciências sociais sobre risco,²¹ mas ainda mais diretamente ao trabalho sobre políticas públicas.²² Dentro desses amplos campos de estudo, apenas aqueles trabalhos que estão relacionados ou podem ser de interesse à questão da prevenção de riscos tecnológicos maiores (segurança industrial) são discutidos (com um foco particular nas instalações químicas, quando possível).²³ Essa decisão reduz consideravelmente o número de contribuições consideradas, e a retrospectiva sobre esse ponto, portanto, não refletirá a extensão da pesquisa realizada, por exemplo, sobre riscos que, às vezes, são descritos como de outra “geração”,²⁴ diferente dos riscos tecnológicos ou industriais mais “clássicos”, sendo os riscos sanitários um exemplo ilustrativo, para a França, que não discutiremos aqui.²⁵

Esse raciocínio se aplica identicamente aos outros campos. Somente foram selecionados os trabalhos orientados para a segurança industrial dentro das ciências da engenharia, ergonomia (cognitiva ou psicológica), sociologia das organizações (ou do trabalho), ciências da administração ou na sociologia da ciência e tecnologia. A dificuldade do ponto de vista da pesquisa é, a cada vez que estudos de um campo disciplinar são mobilizados, conhecer pelo menos os conceitos básicos e o *corpus*, para evitar usar de forma inadequada os modelos, teorias ou resultados empíricos desses estudos. Esse obstáculo é inerente

a qualquer trabalho de natureza interdisciplinar, que avança “à beira do sincretismo” (uma das dificuldades, aqui cognitiva, mencionadas anteriormente). Esse é o risco e muitas vezes a crítica, por vezes justificada, de perspectivas interdisciplinares e transdisciplinares “muitas vezes denunciadas ao implicar para alguns o perigo (real de fato) de igual incompetência sobre os vários assuntos abordados e de uma excessiva velocidade no processamento”.²⁶

Desconcertante, por outro lado, porque o leitor “monodisciplinar” (hesito em usar o termo “monodisciplinar” pois nenhum pesquisador é verdadeiramente monodisciplinar, mas sempre se enquadra dentro dos limites mais ou menos permeáveis, embaçados, abertos e evolutivos, às vezes compostos, que definem o “núcleo” de sua disciplina, sua identidade empírica e teórica) é convidado a sair de sua “zona de conforto” para entrar em campos fora de seus limites habituais. Não devemos subestimar o efeito do fechamento cognitivo que a especialização pode ter, nem o esforço que precisa ser feito para sair dele e enxergar a prática científica de forma diferente, o que proponho considerar como um “estilo” no Capítulo 3, com o suporte da ideia da complexidade.

A imagem do “desembarque de helicóptero”

O resultado que se busca aqui não é, portanto, descrever detalhadamente todos os campos de pesquisa, e sim extrair elementos básicos em uma perspectiva multi e depois interdisciplinar, para um propósito específico. Não procuro um domínio completo de todos esses campos, o que seria uma tarefa colossal. Trata-se de adquirir um conhecimento suficiente deles, para atingir um propósito particular, além da simples soma do que essas disciplinas, consideradas separadamente, contribuem. Em uma abordagem multidisciplinar, o pesquisador precisa saber o suficiente para poder considerar articulações empíricas e teóricas. A imagem de Serres do “desembarque de helicóptero”²⁷ é, portanto, bem apropriada para introduzir, explicar e justificar essa posição, que pode surpreender à primeira vista. A imagem foi resumida pelo próprio autor durante uma entrevista.

Propus uma imagem que eu chamo de “desembarque de helicóptero”. Sou montanhista, tem sido uma das grandes paixões da minha vida. Então já fiz mil e uma escaladas, com o mesmo guia quase sempre, e conheço bem o trabalho de guia de alta montanha. Eu admiro muito esses guias. São pessoas que realmente conhecem a montanha. Você pega um guia de

Chamonix, um homem que escalou o Mont Blanc, a Aiguille Verte etc., centenas de vezes. Aí, vocês sobem a montanha, fazem uma escalada de dezenove horas – isso pode acontecer – com um bivaque, e ficam pasmos no cume ao encontrar uma equipe de cineastas filmando o vale e a cadeia de picos, tendo desembarcado lá de helicóptero. Então você diz: que bando de inúteis! Mas essa questão não se determina tão facilmente, pois essas pessoas foram deixadas de helicóptero em trezentos cumes pelo mundo, enquanto eu só fiz três cumes nos Himalaias. Então, aí, quem conhece melhor a montanha? Aquele que desembarcou lá de helicóptero ou eu? Esse problema não se resolve tão facilmente assim.²⁸

Essa questão será mais explorada no próximo capítulo, sobre o tema da complexidade, em que será caracterizado um “estilo” particular de pesquisa, que se aplica a muitos campos científicos, incluindo a segurança industrial, e que é seguido aqui. Os filósofos Edgar Morin e Michel Serres serão então discutidos em maior profundidade. Mostrarei brevemente, no Capítulo 4, que minha abordagem não está isolada e que algumas tentativas semelhantes foram feitas ao longo da história do campo da segurança industrial nos últimos vinte anos, em particular pelo uso de modelos gráficos.

Categories terminadas em -ção um tanto arbitrarias?

A escolha das quatro categorias terminadas em -ção, para os diferentes ângulos disciplinares, é potencialmente controversa. Por exemplo, a categoria “regulação”, embora apareça aqui associada às contribuições do direito, da ciência política e da sociologia da ação pública, também remete, para os sociólogos do trabalho, a um conceito-chave nesse campo. Ela serve como ponto de ancoragem para pensar sobre os fenômenos de conflito e negociação na criação, manutenção e transformação das regras que organizam o trabalho e as relações profissionais.

As expressões de regulação do controle, autônomas ou conjuntas, estão assim no cerne de uma importante conceitualização para a sociologia do trabalho,²⁹ da qual têm se beneficiado até hoje³⁰ as abordagens relativas à segurança. Pode, portanto, parecer bastante insatisfatório para um sociólogo do trabalho, nessa classificação, não estar associado diretamente à categoria “regulação”, mais envolvida aqui com direito, ciência política e sociologia da ação pública.

Essa situação se repete para as outras categorias selecionadas. Para os ergonomistas, por exemplo, resumir sua contribuição na categoria “cognição” pode parecer um reducionismo. Existe a ergonomia física, com foco no corpo, nas posturas e no *design* dos postos de trabalho do ponto de vista das características físicas dos indivíduos, além da ergonomia focada nos aspectos psicológicos, emocionais e afetivos. Acontece o mesmo com os estudos ergonômicos que incluem a “organização” em suas análises do trabalho, e com a categoria “regulação”, termo que pode se referir também a um conceito importante em psicologia ergonômica.³¹

Da mesma forma, os pesquisadores da sociologia da ação pública poderiam lamentar o uso do termo “regulação” por seu lado anglo-saxão, assim como não ter sido atribuídas ao campo deles as noções de “cognição” ou “organização”, embora essas dimensões possam ser bastante abordadas por eles. Os gestores também poderiam questionar a aplicação da “cognição” para a ergonomia, sendo que muitos trabalhos no campo da gestão a reivindicam, especialmente no campo dos estudos estratégicos³² etc. Em resumo, essa classificação pode parecer mais ou menos satisfatória, dependendo do ângulo disciplinar escolhido.

Após algumas tentativas fracassadas, especialmente multiplicando o número de categorias terminadas em -ão (por exemplo, negociação, tradução, fiscalização, gestão, construção, regulamentação, decisão, concepção* etc.), desisti da ideia de encontrar expressões sem qualquer ambiguidade. É claro que é impossível dar conta da diversidade de usos do vocabulário em todas as disciplinas a serem introduzidas, quando as mesmas palavras trazem diferentes delimitações e significados.

A noção de “regulação”, que se encontra nas ciências da engenharia, na ergonomia (cognitiva, física), na sociologia (do trabalho, da organização, da ação pública) ou no direito, tem um significado um pouco diferente em todas essas disciplinas ou campos. Essa escolha de quatro termos é, portanto, um tanto redutora, assim como qualquer esforço de teorização. Apresenta a vantagem de fornecer uma categorização macro que faz sentido o suficiente, e tem por objetivo agrupar vários tipos de trabalho e disciplinas, que formam tradições de pesquisa, a fim de facilitar a tarefa e o objetivo desta apresentação.

A retrospectiva proposta, e as escolhas subjacentes (incluindo os termos que acabamos de discutir), não escapam à situação “epistêmica” do assunto diante

* Em francês, *conception* se refere ao projeto ou *design*. [N.T.]

da história das contribuições disciplinares para a segurança industrial.³³ Em qualquer leitura histórica, os objetivos, conhecimentos e experiências do autor são decisivos. Portanto, elas refletem aqui uma certa orientação, voltada para a avaliação e para a necessidade de articulações apropriadas entre campos de estudo da segurança industrial. Nas seções seguintes, os quatro temas são abordados para as décadas de 1970/1980, 1990 e 2000, separadamente. Isso permite produzir os referenciais úteis para identificar as concomitâncias temporais e desdobramentos paralelos que desejo destacar neste capítulo. Retomando os refinamentos de Julie Klein,³⁴ é preciso enfatizar que neste capítulo não se trata de uma justaposição, nem apenas de uma sucessão, mas de coordenação multidisciplinar, em um primeiro passo em direção à interdisciplinaridade.

Regulação

Anos 1970 e 1980

Foi no final dos anos 1970 e durante a década de 1980 que a terminologia de “riscos tecnológicos maiores” foi desenvolvida e utilizada nas políticas públicas. Na França, essa nova terminologia foi proposta por Patrick Lagadec³⁵ após os desastres das décadas de 1960 e 1970 já mencionados (Feyzin, Flixborough, Three Miles Island etc.). Esse autor a utiliza para descrever fenômenos (desastres nucleares ou químicos, ameaçando milhares de pessoas, ao longo de gerações) cujo potencial excede em muito qualquer acontecimento encontrado no passado (incêndio, acidente ferroviário etc.). Ele questiona o papel dos desenvolvimentos tecnológicos, herdeiros de uma visão progressista, dentro das democracias, à luz desses desastres e daqueles ainda não materializados, mas potenciais e por vir. Associa essa terminologia a uma reflexão sobre os instrumentos da ação pública, ou seja, a regulação e o controle dessas instalações pelo Estado, para fins de prevenção.

Esse autor vê as ferramentas de gestão de riscos, em particular a análise técnica dos riscos e os cálculos de probabilidade, como a chave para uma melhor abordagem desses novos riscos tecnológicos pela indústria e pelas autoridades.³⁶ As metodologias de análise quantitativa de risco no contexto de várias ciências, incluindo engenharia, toxicologia e economia (cálculos de custo/benefício), em muitas áreas de gestão de riscos (por exemplo, aviação, nuclear, química etc., com riscos de acidente ou impacto crônico, de poluição), tornaram-se um campo em rápida expansão em poucos anos, em paralelo com o

desenvolvimento de um arsenal jurídico cada vez mais extenso, apoiado por muitas novas entidades administrativas, científicas e de *expertise* ou perícia.

James Short, em 1984,³⁷ quis, portanto, convidar os sociólogos para abordar esse assunto, que havia começado a ser investigado por psicólogos e antropólogos, entre os quais o trabalho de Mary Douglas e do cientista político Aaron Wildavsky.³⁸ A pesquisa de Brian Wynne³⁹ e Sheila Jasanoff⁴⁰ já se interessava naquele período pelas relações entre Estado, cientistas, sociedade civil e análise dos riscos. Fazendo parte da renovação construtivista da sociologia da ciência,⁴¹ eles têm um olhar crítico sobre a pretensão objetivista das metodologias de análise dos riscos e questionam a pura racionalidade dos processos de perícia, um tema anteriormente deixado de fora do campo mais clássico dos estudos de políticas públicas.⁴² Para esses autores, a análise dos riscos, assim como os objetos científicos e tecnológicos, é mais um construto do que um dado objetivo.

No entanto, a diretiva europeia conhecida como “Seveso”, cuja primeira versão foi elaborada em 1982, visa a regular essas atividades industriais de risco por meio de abordagens que pretendem ser sistemáticas e racionais. Ela se baseia em estratégias de gestão de riscos com espírito próximo das práticas regulamentadas de outros setores industriais de risco, como o nuclear ou o aeronáutico. Essa diretiva é transposta para a legislação francesa, que já regulamentava essas instalações com base na lei de julho de 1976. Baseada em princípios similares à diretiva, essa lei se insere em quase dois séculos de história de regulamentação nesse campo na França.⁴³

As categorias de produtos associadas a quantidades determinam rubricas, levando à classificação das instalações industriais de risco em regime de “declaração” ou “autorização”. Essa classificação submete a indústria a procedimentos específicos, gradualmente mais restritivos, que culminam com a produção de relatórios com estudos de impacto e de periculosidade baseados em princípios de análise dos riscos, devendo conter os piores cenários que determinarão o que se espera da empresa em termos de medidas de prevenção, no contexto do controle do desenvolvimento urbano.

Essa abordagem foi chamada de “determinística”, em oposição aos regulamentados que levam em consideração a probabilidade desses cenários, chamados de “probabilísticos”. No Reino Unido e nos Países Baixos se aplica essa orientação probabilística. Segundo os cientistas políticos Geneviève Decrop e Claude Gilbert,⁴⁴ a posição francesa decorre de uma “política de transição” sobre os riscos maiores, constituindo “a pedra angular do edifício doutrinário na prevenção de riscos tecnológicos”, a partir da qual o Ministério do Meio Ambiente produz uma visão do cenário mais severo para a segurança industrial.

No entanto, as medidas de segurança e controle da urbanização na legislação francesa são identificadas com base na interação, feita de diálogo e negociação entre os representantes locais eleitos e as autoridades de controle, que são responsáveis pela produção de decretos regionais que estabelecem as disposições legais em segurança industrial às quais o industrial está sujeito. É com base nessas ordens, nomeadamente, que as fiscalizações são realizadas, e qualquer desvio pode ser objeto de uma notificação formal, uma ordem para cumprimento dentro de certo prazo, sob pena de multa e condenação penal. Esses poderes da autoridade fiscalizadora lhe valeram o nome de “magistrados técnicos”.⁴⁵ O papel da fiscalização pelas autoridades de controle foi claramente questionado nas comissões de inquérito sobre acidentes maiores (porém principalmente nos países anglo-saxônicos). O incêndio que levou à perda da plataforma petrolífera Piper Alpha em 1988, investigado por Lord Cullen e sua equipe, é um exemplo.⁴⁶

Essa investigação concluiu que houve falta de controle pelas autoridades, e pediu para o operador implementar uma maior transparência para o regulador de sua gestão da segurança. Ao longo das décadas, com a repetição de acidentes maiores, essas comissões de inquérito questionaram regularmente, *a posteriori*, a adequação dos instrumentos regulatórios ou a quantidade, qualidade ou efeito sobre as práticas industriais das fiscalizações pelas autoridades. É, portanto, um olhar sobre a ação pública por meio dos fracassos e pelo estudo do cotidiano.

Na Alemanha, credita-se à teoria do sociólogo Ulrich Beck⁴⁷ a introdução da questão dos riscos industriais no debate social e político, e de modo mais geral com a introdução da noção de “risco” em todas as esferas da vida em sociedade, como o trabalho ou a família. Uma ideia central dessa obra é que os riscos gerados pelo ser humano excedem os da natureza. Tecnologias como a nuclear ou a química representam um nível de ameaça ambiental sem precedentes para o ser humano. Em combinação com outros temas como a individualização, a degradação do estado de bem-estar social e a ascensão da globalização (também dos riscos), essa proposição teórica se torna profética. Sua publicação em alemão foi, de fato, no ano do acidente de Chernobyl. No entanto, esse trabalho tem um escopo mais amplo e contém um programa de pesquisa que abrange muito mais do que apenas os riscos industriais,⁴⁸ o que o distingue da contribuição de Lagadec.

Assim, ao contrário de Lagadec na França, ele não se envolve com propostas regulatórias para prevenir acidentes tecnológicos, à exceção de alguma observação ocasional, em particular sobre os limites da perícia. Além disso, seu

discurso é mais teórico (ou “expressivo” nas categorias sociológicas de Raymond Boudon)⁴⁹ do que verdadeiramente empírico, o que lhe renderá algumas críticas alguns anos mais tarde, especialmente daqueles cuja pesquisa busca discernir os modos concretos de gestão de riscos pelo poder público, pelo Estado, e que observam uma variedade de regimes regulatórios mais do que uma categoria de “risco” que possa ser tratada globalmente, sem distinções.⁵⁰

No entanto, essa teoria social com implicações políticas marca uma virada na orientação da pesquisa no campo da regulação ao colocar no centro a questão dos riscos, que, desde então, tem estado cada vez mais presente nas questões de ação pública. Entretanto, foi principalmente nos anos 1990 que a questão do risco para a teoria social e política ganhou impulso considerável na Europa, particularmente (mas não somente) pelos efeitos combinados da tradução inglesa dessa obra alemã e da publicação das reflexões de Giddens no Reino Unido.⁵¹

Anos 1990

Como Beck, Anthony Giddens coloca a noção de risco no centro da modernidade. Ao considerar o risco sob a perspectiva da produção humana e seu potencial devastador, ele contribui para a reflexão sobre a modernidade, questionando suas implicações. Até então, o discurso sobre a modernidade se caracterizava pela associação entre ciência, tecnologia e progresso (social e econômico). Essa combinação passa a ser problematizada na esteira da energia nuclear, aquecimento global e outros desdobramentos tecnológicos incertos, incluindo as biotecnologias e a engenharia genética.

O homem é a fonte de seus próprios riscos (*manufactured uncertainty*). Essa intensidade no debate teórico em torno da noção de risco por sociólogos contemporâneos influentes durante os anos 1980 e 1990 (Ulrich Beck, Anthony Giddens), junto com outras contribuições, como os estudos já mencionados de Sheila Jasanoff⁵² ou ainda as ambições integrativas e normativas de Ortwin Renn,⁵³ contribuíram à criação de uma corrente de investigação em ciências sociais e políticas sobre o tema do risco, sua análise e seu gerenciamento.⁵⁴

Segundo a cientista política e jurista Bridget Hutter,⁵⁵ a pesquisa empírica orientada para a ação pública e a “regulação dos riscos” (*risk regulation*) se estabelece assim, no mundo anglo-saxão, nesse contexto de reflexão sobre os riscos nas ciências sociais, nos anos 1990 e início dos anos 2000 (embora nos Estados Unidos a noção mais próxima de *risk regulation* pareça ser a de *social*

regulation, uma área de abrangência diferente). Nesse período, vemos como Ulrich Beck questiona diretamente a capacidade do poder público diante dos riscos:

Portanto, qual é o papel da política? O fato é que não são tomadas decisões políticas sobre tecnologia (com exceção do setor nuclear). Por outro lado, se algo der errado, as instituições políticas são responsabilizadas pelas decisões que não tomaram e por consequências e ameaças que desconhecem completamente.⁵⁶

Essa área da regulação é muito interdisciplinar, e o conceito de “regimes de regulação de risco” (*risk regulation regimes*) decorre dessas análises. Protagonizadas por investigadores interessados na implementação efetiva de políticas públicas de gestão de riscos, indo além das visões macroscópicas globais, essas análises mostram como riscos diversos, concretamente, não são regulados da mesma forma. Seja ao colocá-los em pauta, seja durante sua avaliação com as incertezas associadas (qualitativas, quantitativas etc.), seja a frequência dos controles ou a natureza das fiscalizações, ou ainda a cobertura midiática desses riscos, é preciso considerar uma ampla variedade de situações.⁵⁷

Portanto, é fundamental olhar para essas diferenças e compreender de forma concreta as dinâmicas que estão por trás da ação pública. Essa constatação é importante no que diz respeito às questões de riscos industriais, que também não são todos abordados de maneira igual. Ao examinar o processo de inclusão na agenda, abordagem bastante privilegiada nos estudos sobre a ação pública, Geneviève Decrop, socióloga, e Claude Gilbert, cientista político, mostram como o tema específico do “risco maior” surgiu na França e foi tomando uma certa forma por meio do jogo, interesses e lógicas na área político-administrativa durante os anos 1980.⁵⁸ Também é esse processo de “colocação na agenda” que interessa Thomas Birkland, cientista político dos Estados Unidos, particularmente em relação aos acidentes tecnológicos e à capacidade de aprendizagem das políticas públicas.⁵⁹

A fim de regular o risco tecnológico das instalações listadas na área de proteção ambiental (que concerne especialmente aos setores industriais abarcados pelos estudos empíricos por trás deste livro), foi aprovada em 1996 a chamada Diretiva Seveso II, alterando a diretiva anterior. Baseado no retorno de experiência com a primeira diretiva (mas também com a apropriação, pelos reguladores, das conclusões de relatórios de comissões de inquérito de acidentes, como o da Piper Alpha em 1988), são introduzidas inovações, incluindo a

exigência de demonstrar a implementação de um sistema de gestão da segurança para “limiars elevados”, ou seja, categorias que ultrapassam uma certa quantidade de produtos perigosos. Esta última alteração foi introduzida no anexo do decreto francês de 2000.

Essa transposição para o direito francês foi inovadora no país por duas razões. A primeira é seu caráter não apenas técnico (no sentido de uma orientação prescritiva, relativa aos meios), mas também organizacional (isto é, por objetivo, relativo aos resultados). A segunda razão é sua natureza probabilística, pois, ao reconhecer a influência de fatores organizacionais no nível de risco, a noção de probabilidade começa a ser introduzida, pelo menos de forma implícita, num sistema supostamente determinístico.

Até então sujeita aos piores cenários, sem levar em conta, em princípio, as medidas de prevenção implementadas pelo operador, essa dimensão organizacional vem para alterar essa abordagem. A partir disso é explicitamente reconhecido que um nível de segurança pode variar conforme a sua organização. Essa mudança nos regulamentos não foi isenta de dificuldades na fiscalização de instalações listadas, em termos de conhecimentos técnicos (o pessoal recrutado na época era principalmente oriundo das escolas de minas) que não se prestavam imediatamente a uma avaliação organizacional, pelo menos além do exercício formal de verificação da presença de procedimentos.

Por outro lado, essa abordagem baseada em cenários chamados majorantes, que seriam objetivamente determinados sem levar em conta as eventuais medidas de prevenção tomadas pelo industrial e o contexto territorial, era apenas teórica, como mostraram sociólogos e cientistas políticos, como Claude Gilbert (em sintonia com a crítica dos sociólogos no campo da análise dos riscos, especialmente por Sheila Jasanoff).⁶⁰

Com a arma do cenário de desastre, os engenheiros da Drire atuarão como promotores e árbitros na negociação da revisão do plano de uso do solo e dos projetos de ordenamento. Os representantes eleitos locais devem então ser informados dos cenários extremos previstos pela administração e, depois deles, se for aplicada a lei, a população mais próxima dos riscos precisa também ser informada, obrigatoriamente. É óbvio que a resistência nessas áreas é importante; as negociações são animadas e férteis, com reviravoltas, e, afinal, o resultado urbanístico não corresponde com a projeção espacial do risco exigida pela administração.⁶¹

Um estudo de caso no mesmo período, de Emmanuel Martinais, engenheiro e geógrafo, descreve como se desenvolve esse processo no território.⁶²

Anos 2000

Ao longo desses anos, os estudos sobre regulação de risco não examinam apenas o debate ou consolidação da noção de regime de regulação de risco, com contribuições na Europa⁶³ e nos Estados Unidos.⁶⁴ Houve também estudos com foco, por exemplo, na atividade real *in situ* dos fiscais de cada entidade, levando em conta sua formação, seu recrutamento, seus conhecimentos sobre os riscos, mas também o contexto histórico, organizacional, social e econômico de suas atividades.⁶⁵ Enquanto as questões sobre o controle de instalações de risco pelas autoridades públicas só apareciam a partir de investigações de acidentes pelas comissões de inquérito ou por pesquisadores (um exemplo é dado por Diane Vaughan),⁶⁶ esses estudos sobre o cotidiano das autoridades de controle fornecem informação adicional importante sobre a realidade das condições nas quais esses atores operam. Henry Rothstein,⁶⁷ por exemplo, na sequência de sua observação da diversidade de “regimes de regulação dos riscos”,⁶⁸ considera que nem todos os riscos são avaliados ou controlados identicamente. Em função do treinamento e competência dos fiscais, eles não estão conscientizados sobre os riscos da mesma forma, e isso prejudica o controle na prática.

Quanto à aplicação efetiva do princípio de autorregulação (*self-regulation*), Bridget Hutter,⁶⁹ com base em elementos empíricos coletados antes do acidente ferroviário de Paddington, em 1999 (Ladbroke Grove), reflete *a posteriori* sobre as consequências da desregulação da segurança no Reino Unido no campo do transporte ferroviário e indica os limites da desregulação no plano das práticas concretas dos fiscais. Na França, é o trabalho de Laure Bonnaud⁷⁰ que mais se aproxima da problemática dos riscos tecnológicos maiores, por um olhar histórico e sociológico (do trabalho e das profissões) sobre a atividade de fiscalização das instalações listadas. A autora mostra que os fiscais nem sempre exerceram a sua profissão com o mesmo espírito. Ao identificar três fases históricas, que correspondem a três figuras da fiscalização, ela mostra como as práticas de fiscalização dependem do contexto e mudam de uma época para outra, e como o estudo dessas práticas leva a uma melhor compreensão da ação pública na gestão de riscos tecnológicos maiores.

É compreensível que cada “figura” do fiscal implica uma adaptação das organizações controladas em termos da abordagem regulamentar e da gestão

de riscos, adaptação essa que contribui, de uma forma ou de outra, para o nível de segurança industrial. No contexto de trabalhos empíricos coletivos,⁷¹ tive a oportunidade de participar na caracterização da interação regulador/regulado como troca específica, em função das duas partes interessadas. Esse trabalho mostra que, à primeira vista, a confiança entre empresas e fiscais poderia ser considerada “positiva”, mas não conduz necessariamente ao objetivo desejado de um olhar externo crítico. No caso estudado, a empresa, após dois incidentes que colocaram em questão o projeto das suas instalações em termos de segurança, decidiu não comunicar nada disso aos fiscais.

A nossa conclusão foi que, em vez de arriscar sua imagem, a empresa preferiu não revelar nada. Por sua vez, os fiscais, confiantes na empresa, não procuraram saber mais do que lhes foi comunicado. O efeito é perverso, reduzindo a capacidade de escrutínio externo da empresa, embora ela estivesse passando por mudanças significativas em termos de segurança. A situação dependia também de um contexto de transformação regulatória, após o desastre de Toulouse em 2001, que exigia a implementação de planos de prevenção de riscos tecnológicos (PPRT).

Estes mobilizam fortemente os serviços de fiscalização, mas também os recursos de perícia para o desenvolvimento de metodologias de análise dos riscos de natureza probabilística que deem resposta às exigências do novo contexto. Esse novo contexto é analisado sob vários ângulos por Emmanuel Martinais.⁷² Como nos recordam contemporaneamente os sociólogos Kathleen Tierney⁷³ e John Downer,⁷⁴ cada um a sua maneira, a análise de risco é de fato uma construção mais do que uma produção objetiva baseada em cálculos neutros feitos por especialistas. Ela se enquadra em complexos desafios de regulação, industriais e sociais que moldam o que entre as hipóteses se considera plausível e o que não.

Organização

Anos 1970 e 1980

Nos anos 1970 e 1980, na obra de Barry Turner⁷⁵ e de Charles Perrow⁷⁶ foi desenvolvido um olhar mais organizacional e sociológico sobre os riscos maiores. O trabalho desses autores, sociólogos das organizações, focava os sistemas de risco. O primeiro propõe mergulhar no processamento da informação. Tirando proveito de muitos relatórios de comissões de inquérito de acidentes

em vários setores de risco (transporte ferroviário, mineração etc.), identifica o que ele denomina de elementos “precursores”, que constituem informação relativa a um acidente potencial. Verifica-se *a posteriori* que a informação parece estar disponível na organização, sem que os atores da organização a levem em consideração antes do acidente. Há um “período de incubação” (fazendo uma analogia médica), até a ocorrência do acidente. Barry Turner combina então as noções de energia e de informação.

De acordo com sua interpretação, os desastres são manifestações incontrolladas da energia contida nos sistemas tecnológicos, manifestações que se tornam possíveis devido a problemas no processamento da informação. Sua abordagem não se limita ao ângulo simplista e clássico da comunicação entre emissor e receptor. Prioriza o ângulo epistemológico da construção de referenciais de representações, de estruturas de pensamento, de “paradigmas”, que restringem e limitam o que é filtrado e o que se considera possível no “processamento” da informação. Um acidente maior é então uma ruptura nos esquemas culturais institucionalizados sobre o que se pensa ser possível. Esse tema se tornará central na gestão de riscos tecnológicos somente no final dos anos 1990, quase vinte anos depois, sob a denominação de “sinais fracos”. Ao longo de todo aquele período, o trabalho de Barry Turner não teve eco na literatura.⁷⁷

Em contraste, o segundo autor, Charles Perrow, terá um verdadeiro sucesso nos anos seguintes após o lançamento de seu livro em 1984, *Normal accident*, como mencionado na Introdução. Ele também se interessou pelos desastres tecnológicos, porém em indústrias de risco mais diversas do que Barry Turner (por exemplo, química, aviação, nuclear, marítima etc.). Logo adotou um enfoque comparativo em que as questões de redundância técnica nas instalações, de centralização e descentralização nas organizações de risco, bem como as características de “acoplamento” e “entrelaçamento complexo” dos sistemas técnicos e organizacionais desempenharam um papel fundamental. O que lhe interessa é mostrar que, além dos operadores, a organização, mas também e sobretudo a natureza do sistema técnico, são as fontes profundas das causas de acidentes. Iniciou sua reflexão em uma obra coletiva de 1982,⁷⁸ após o acidente de Three Miles Island em 1979, livro no qual encontramos um dos promotores da abordagem chamada de confiabilidade organizacional, o cientista político Todd La Porte.⁷⁹ Como muitas vezes acontece, acidentes marcantes estiveram na origem de avanços, tanto regulatórios quanto científicos.⁸⁰

Os estudos interdisciplinares sobre a confiabilidade organizacional, envolvendo engenheiros, psicólogos e cientistas políticos, propõem analisar as organizações, não apenas na sequência de acidentes maiores, mas também no

seu funcionamento em situação dita “normal”.⁸¹ Um argumento de peso é que é relativamente fácil ver posteriormente aquilo que era muito mais difícil de antecipar e, portanto, os estudos sobre os acidentes numa perspectiva organizacional centram-se nos aspectos negativos do funcionamento das organizações. Em contraponto à visão de Charles Perrow⁸² e seu modelo de acidente normal, que questionava a segurança de certos sistemas altamente interligados e complexos, essa abordagem da confiabilidade organizacional propõe destacar as características das organizações que, apesar de ambientes tecnológicos complexos e competitivos, alcançam bons resultados de segurança (*high reliability organisation*, cuja sigla é HRO).

Em 1987, o engenheiro Gene Rochlin, o cientista político Todd La Porte e a psicóloga Karlene Roberts⁸³ iniciam essa orientação a partir de um trabalho empírico sobre um porta-aviões. Eles mostram como essas organizações são capazes de um ótimo desempenho em segurança graças a várias características como a redundância organizacional (com várias pessoas para a mesma tarefa e, portanto, mais vigilância, analogamente às práticas de engenharia e de segurança operacional), ou ainda como a capacidade de auto-organização em situações emergenciais, quando se priorizam as melhores capacidades de resposta, independentemente dos canais hierárquicos. Em 1987, o psicossociólogo Karl Weick⁸⁴ propôs, partindo de uma perspectiva semelhante, que a “cultura” é uma fonte de confiabilidade das organizações, particularmente por meio dos relatos que circulam sobre os incidentes, e que mantêm um alerta e um passado comum entre os operadores sobre a possibilidade de desastres.

Entretanto, a abordagem de Karl Weick tem um caráter bastante interacionista, interessando-se, por sua orientação pragmatista e construtivista (abrindo um caminho alternativo aos trabalhos da época sobre gestão),⁸⁵ pelos processos em que os próprios indivíduos criam os ambientes que os limitam. Desde então, ele tem sido um contribuinte constante do posicionamento “HRO” e da interpretação dos acidentes. Introduzir a postura epistemológica de Karl Weick é também uma oportunidade de associá-la, aqui, à contribuição mais sociológica, construtivista também, de Brian Wynne em 1988, autor já mencionado com o tema da “regulação” (junto com Sheila Jasanoff). Em artigo⁸⁶ que desenvolve as ideias de um anterior já mencionado,⁸⁷ o sociólogo mostra a realidade das incertezas tecnológicas enfrentadas pelos engenheiros.

Finalmente, é obrigatório mencionar duas outras correntes dos anos 1980, agrupadas também nesta categoria da organização. A primeira diz respeito ao trabalho de modelagem da gestão da segurança de William Johnson⁸⁸ (*Management Oversight and Risk Tree*) dos anos 1970 e 1980. Inicialmente, o modelo foi

concebido para o retorno de experiência, mas seria um erro limitar seu alcance a tal uso. O modelo proposto por William Johnson articula de fato, de forma geral, uma abordagem dos sistemas de gestão da segurança como a conhecemos atualmente, articulando barreiras de segurança, análise de risco, retorno de experiência, fatores humanos no projeto, ciclo de vida das instalações, auditoria do funcionamento do sistema etc., a partir da identificação das boas práticas da época em termos de gestão da segurança.

Esse trabalho seminal, de uma enorme riqueza, é um dos principais desenvolvimentos nos anos 1970 e 1980 no campo da segurança industrial sob uma perspectiva organizacional, no mesmo nível das contribuições de Barry Turner, de Charles Perrow e dos autores agrupados sob a etiqueta “HRO”. Entretanto, seu posicionamento institucional é bastante diferente dos anteriores. Situa-se a meio caminho entre a engenharia, a gestão e a indústria (como muitos estudos de segurança industrial) e seu impacto acadêmico é bem mais limitado, com muito menos destaque na literatura.

A segunda corrente é protagonizada por pesquisadores interessados na tomada de decisões ao nível gerencial. William Starbuck e Frances Milliken estavam concretamente interessados nas dimensões cognitivas dos gestores.⁸⁹ Em um de seus dois artigos, eles propõem uma interpretação do acidente do Challenger de 1986, antecipando os trabalhos futuros de crítica e aprofundamento da comissão de inquérito presidencial da época. Eles tentaram caracterizar os vieses e erros estratégicos dos gestores. Trata-se na época de uma perspectiva bastante nova na ciência da administração e, em particular, na pesquisa em estratégia, que ainda debatia seus fundamentos, assim como sua orientação empírica e teórica. Com base no auge das ciências cognitivas aplicadas ao mundo das organizações e da empresa, elas oferecem novas vias para os estudos estratégicos.

Todas essas contribuições foram produzidas com base em várias orientações, gerenciais e estratégicas, sociológicas, cognitivas ou sistêmicas, de revisão das formas de conceituar a “burocracia” e a “organização científica do trabalho”, herdadas respectivamente de Max Weber e Frederick Taylor, ou ainda Henri Fayol.⁹⁰ É munidos desses novos fundamentos e possibilidade de interpretação dos fenômenos organizacionais que eles buscam discernir, compreender ou gerenciar melhor essas dimensões no contexto das atividades de risco. Esses trabalhos sobre segurança industrial do ponto de vista da organização tornam-se então a base de complementos qualitativos imprescindíveis para uma abordagem tecnológica demasiadamente restritiva ao centrar-se nas instalações, mas também são complementares às abordagens que então

se centravam no ser humano no seu posto de trabalho (que serão discutidas na seção “cognição”).

Anos 1990

No âmbito da organização nos anos 1990, Sagan tentou encerrar o debate entre as duas abordagens, acidente normal e confiabilidade organizacional (foi também nessa ocasião que as duas correntes foram colocadas em oposição de forma tão explícita, contra o parecer dos pesquisadores promotores da corrente HRO),⁹¹ inclinando-se para a visão do acidente como normal, como inerente ao funcionamento dos sistemas sociotécnicos,⁹² ao passo que, no mesmo ano, Karlene Roberts⁹³ coordena um livro reunindo várias contribuições do campo das organizações de alta confiabilidade, bem como do que foi previamente identificado como a corrente de estudos sobre a decisão em contexto organizacional para gestores.⁹⁴ Segundo Scott Sagan, não é possível se basear na ideia de que as empresas são capazes de produzir um retorno de experiência sem vieses e completamente transparente, e, segundo Karlene Roberts, as organizações de alta confiabilidade constituem um campo de estudo especial que requer estudos específicos. Para essa autora, não se deve entrar nesses universos com referenciais teóricos demasiado rígidos, para dar conta da especificidade desses sistemas, sujeitos a condições excepcionais não encontradas em outros tipos de organizações, retomando um ponto abordado anteriormente por Todd La Porte e Paula Consolini.⁹⁵

Em 1996, um trabalho empírico muito aprofundado ressaltou a dificuldade de aprendizagem organizacional a partir do retorno de experiência, apontada por Scott Sagan, assim como as limitações acerca dos precursores e sinais fracos. Em 1996, Diane Vaughan⁹⁶ apresentou um estudo muito detalhado sobre a decisão de lançamento do ônibus espacial Challenger, que explodiu em 1986. Durante dez anos, ela procurou compreender as circunstâncias da tomada de decisão, sendo que a informação sobre o comportamento dos anéis de vedação em condições de frio estava disponível e era desfavorável à decisão de lançamento. Os anéis de vedação, na baixa temperatura do dia do lançamento, não desempenharam a função de vedação prevista no projeto. A explosão foi o resultado do seu comportamento em condições de frio. No entanto, os engenheiros haviam trabalhado durante muitos anos baseando-se no retorno de experiência para a explicação desses fenômenos e haviam acumulado uma certa *expertise*.

No debate sobre o lançamento do ônibus espacial, os engenheiros mostraram sua relutância em lançá-lo devido às condições climáticas extremas. Eles se opuseram por um tempo antes de desistir e levantar seu veto, sob a influência das discussões com os gestores, e sob a influência das ideias que tinham sobre a confiabilidade do sistema de redundância dos anéis de vedação. Eles tinham de fato uma intuição do problema, porém sem apoio suficiente em dados quantitativos naquele debate. O que Vaughan pôs em evidência é a normalização do desvio. Os engenheiros e os gerentes aceitaram progressivamente um nível de risco mais elevado ao longo dos dez anos de operações do ônibus espacial, de forma não consciente, construída socialmente e incorporada na cultura da Nasa.

Essa normalização se manteve por fatores estruturais, organizacionais, econômicos e políticos no funcionamento da agência espacial. A socióloga procurou então generalizar o conceito de lado obscuro das organizações (*dark side of organisations*).⁹⁷ Esse olhar se insere plenamente nas contribuições construtivistas então disponíveis na sociologia, como as de Trevor Pinch⁹⁸ e Stephen Hilgartner,⁹⁹ que, com inspiração no novo impulso dos estudos sociológicos relativos à ciência e tecnologia, propuseram interpretações relativas às incertezas enfrentadas pelos engenheiros, para o primeiro, e às redes sociotécnicas, no caso do segundo. Essa sensibilidade ao posicionamento construtivista também é importada para a tradição das HRO por Gene Rochlin,¹⁰⁰ porém inspirado em outras fontes.

Na França, os trabalhos de Mathilde Bourrier,¹⁰¹ socióloga organizacional, proporcionam ecos e aprofundamentos sociológicos aos debates anglo-saxões entre a abordagem de funcionamento dito “normal” e a análise de acidente, favorecendo a primeira abordagem.¹⁰² A autora propõe uma leitura empírica e teórica das HRO à luz da sociologia organizacional francesa, com base nas contribuições de Michel Crozier,¹⁰³ e depois de Michel Crozier com Erhard Friedberg.¹⁰⁴ Aplicando a distinção entre trabalho prescrito e trabalho real, Mathilde Bourrier investiga a questão da prescrição e da gestão dos desvios entre procedimentos e práticas reais, entre projeto e execução. Essa distinção é um legado da ergonomia de língua francesa¹⁰⁵ que está também no cerne da autonomia dos atores tanto para os sociólogos do trabalho¹⁰⁶ quanto para os sociólogos organizacionais.¹⁰⁷ Trata-se também de um tema hoje considerado fundamental na confiabilidade dos sistemas.

As suas interpretações levam a uma relativização das categorias, às vezes normativas, das HRO, bem como a um distanciamento da ideia de um estatuto diferente dessas organizações no plano teórico das ciências sociais, defendido

pelos pesquisadores de Berkeley (Karlene Roberts, Todd La Porte, Gene Rochlin etc.). Por um lado, seu trabalho oferece também uma oportunidade de se posicionar no debate da cultura, rejeitando abordagens culturalistas excessivamente simplistas que dispensam a exigência de uma abordagem empírica, a partir de uma perspectiva sociológica, das estratégias dos atores. Por outro lado, posiciona-se sobre o problema do contorno das regras, rejeitando seu caráter sistemático e inevitável. É necessário, de fato, observar como, às vezes, as regras são contornadas ou não em função de fatores organizacionais em cada caso, especialmente no tocante à relação entre operadores na execução das atividades e engenheiros dos projetos.

Na gestão da segurança industrial, em uma perspectiva relativamente próxima aos primeiros trabalhos de modelagem de gestão da segurança como os de Johnson com vista à investigação de acidentes, o trabalho de Andrew Hale¹⁰⁸ em gestão da segurança procura definir (especialmente em uma perspectiva de auditoria e de avaliação) os princípios dos sistemas de gestão. Isso beneficia uma abordagem baseada em ferramentas ou instrumentos, bem como a condução da gestão, oferecendo também, no estudo em funcionamento normal, a possibilidade de um olhar complementar ao centrado na regra no posto de trabalho. Afasta-se, assim, da abordagem centrada no erro, adotada pelos ergonomistas, mas também da abordagem mais organizacional proposta pelos sociólogos. Sua modelagem “macro”, de caráter funcional, baseada em representação de processos, visa fornecer grades de leitura genéricas, mas em uma perspectiva prescritiva, para ajudar a melhorar a compreensão da gestão da segurança.

Também pode-se estabelecer uma ligação desses trabalhos sobre gestão com a apropriação de orientação normativa da noção de “cultura de segurança” que propõem autores como James Reason.¹⁰⁹ Sem entrar aqui nesse debate, pode-se dizer que a noção de “cultura de segurança” tomou forma nos anos 1990, após ser colocada em discussão em relatórios de comissões de inquérito, em particular o de Chernobyl, em 1986. Desde então, o conceito de “cultura de segurança”, dividido entre uma visão descritiva e uma visão mais normativa, de apoio à gestão, tem sido objeto de numerosos debates,¹¹⁰ resultando na manutenção das duas interpretações da expressão. Ou a cultura de segurança é vista como uma propriedade da organização que pode ser instituída com insistência no discurso e mensagens congruentes da hierarquia, ou a cultura de segurança é considerada uma propriedade emergente, que não pode ser imposta pela empresa e emana localmente de práticas ligadas à perfis profissionais ou de outro tipo, onde a segurança é mais uma dimensão da cultura.

Durante os anos 2000 consolidou-se essa visão dicotômica, embora houvesse contribuições empíricas marcantes dos partidários de uma visão mais descritiva da “cultura de segurança”.

Finalmente, é importante introduzir aqui o esforço de sistematização de Karl Weick, acompanhado por dois colegas, Kathleen Sutcliffe e David Obstfeld, em 1999. Insatisfeitos com o carácter essencialmente descritivo mais do que teórico e pouco articulado dos trabalhos HRO, eles propõem agrupar as características essenciais das organizações que mantêm altos níveis de segurança em cinco processos sociocognitivos, combinados na noção de atenção plena coletiva (*collective mindfulness*). Essa síntese, que se insere no universo intelectual de Karl Weick, tem um alcance geral, sendo particularmente útil na abordagem de fenômenos centrados em situações dinâmicas de interações.

Anos 2000

Durante esses anos, as contribuições à compreensão dos acidentes maiores em uma perspectiva “organizacional”, com abordagens sistêmicas, sociológicas, construtivistas ou gerenciais (nomeadamente sob o ângulo da tomada de decisão), têm se acumulado,¹¹¹ bem como sobre o funcionamento rotineiro das empresas.¹¹² Todos esses estudos aportam conhecimentos diversos em função das indústrias e dos ângulos teóricos e metodológicos priorizados. Esses trabalhos são complementares e não contestam as conquistas das décadas anteriores no campo da organização, ao contrário, ampliam-nas e às vezes as reorientam para aprofundá-las. Eis aqui uma seleção.

Para Constance Perin,¹¹³ por exemplo, uma antropóloga que estudou análises de incidentes realizadas por organizações no setor nuclear, os pontos de vista dependem fortemente das categorias profissionais. Assim, por exemplo, o engenheiro tem uma visão quantitativa dos problemas de segurança, pois sua formação e experiência o orientam para uma matematização dos fatos. O que guia seu pensamento é então a “segurança calculada”. O ponto de vista do gestor é diferente, é aquele de alguém que busca compromissos, que busca arbitrar entre vários objetivos a que as organizações estão sujeitas, é a “segurança arbitrada”. Já o operador tem uma visão pragmática que diz respeito à sua segurança pessoal, trata-se de “segurança em tempo real”. Estando na linha de frente, ele pensa em segurança em função da sua exposição aos riscos. Ele interpreta, filtra e pensa sobre os acontecimentos de acordo com esse ponto de vista.

Essa investigação está em sintonia com a direção que os estudos sobre a “cultura de segurança” tomaram nos anos 2000. Enquanto a abordagem dominante nos anos 1990 foi sobretudo gerencial, uma nova série de estudos abordaram a cultura de segurança em uma perspectiva descritiva.¹¹⁴ Esses diferentes estudos mostram como a visão monolítica da cultura de segurança do passado deve dar lugar a olhares mais analíticos, que desvendam como a cultura é criada na realidade, não apenas por meio do discurso dos gestores e dos valores declarados pela empresa, ou ainda por meio de seus métodos e dispositivos, mas como resultado da interação dos diferentes atores da organização. Esses atores constroem coletivamente, em relação aos problemas técnicos e humanos (de integração, de cooperação etc.) com os quais são confrontados, respostas que moldam certos traços culturais ou identitários, em parte sobre a base de seus espaços de socialização anteriores, próprios de cada um. Assim, traços culturais ou identitários diversos, de grupos ou profissões bastante delimitados dentro de uma empresa ou organização, podem entrar em conflito sobre aspectos de segurança. Esse é o caso da interpretação de acidentes em função dos perfis profissionais.¹¹⁵

Dando continuidade ao estudo das decisões de caráter estratégico e gerencial, William Starbuck e Mosh Farjoun elaboram a noção de “organização nos limites”, que lhes parece se encaixar melhor nos estudos de caso em que estão interessados, em primeiro lugar o da Nasa.¹¹⁶ Insistindo no importante papel da estratégia das organizações e, portanto, dos seus tomadores de decisões, procuram descrever essas dinâmicas, levando em conta os fatores organizacionais, técnicos e ambientais das organizações, que impelem os sistemas para além das suas capacidades. Encontramos a mesma abordagem em outros autores, situados em perspectivas científicas ligeiramente diferentes.¹¹⁷ É também nesse espírito que podemos considerar a ambição sintética de William Evan e Mark Manion. Em uma ampliação de caráter socioconstrutivista, esses autores nos convidam a prosseguir o esforço de sistematização de Charles Perrow, comparando diferentes sistemas de risco em vários contextos de revolução industrial.¹¹⁸

Finalmente, há os relatórios de investigações aprofundadas na sequência dos acidentes de Paddington em 2000, pela Comissão de Inquérito de Lord Cullen na Grã-Bretanha,¹¹⁹ e da explosão do ônibus espacial Columbia em 2003 nos Estados Unidos,¹²⁰ seguidos por uma obra coletiva de 2005,¹²¹ que incorporam os conceitos surgidos nos vinte anos anteriores e mostram o evento de diferentes ângulos. Esses relatórios constituem uma “segunda geração” de relatórios de acidentes, eclipsando um pouco os relatórios de comissões de

inquérito anteriores, como os produzidos após os desastres de Piper Alpha ou do Challenger.¹²²

Incorporando os avanços dos anos 1980 e 1990, em particular os trabalhos sobre “HRO”, de “normalização do desvio” ou ainda da “cultura de segurança”, mas também da ergonomia dos “erros”, ou trabalhos gerenciais sobre a tomada de decisão, esses documentos tornam-se verdadeiras oportunidades para colocar em prática as propostas teóricas de muitas contribuições disciplinares. Do ponto de vista das investigações de acidentes, consideremos o caso da empresa BP e seus três acidentes industriais entre 2005 e 2010. Os múltiplos estudos disponíveis fornecem uma quantidade enorme de informação sobre o funcionamento interno desse tipo de empresa.¹²³ Sendo particularmente representativa, a BP se distingue de uma administração como a Nasa ou do setor nuclear, que apresentam alguns aspectos muito específicos (esse caso será discutido no último capítulo, Capítulo 7).

Cognição

Anos 1970 e 1980

Nos anos 1970, o conhecimento sobre o que se convencionou chamar “fatores humanos” desenvolveu-se e permitiu fornecer elementos de modelagem decisivos na compreensão dos “erros”. Esses modelos são propostos a partir de orientações disciplinares como a psicologia, a ergonomia ou os “fatores humanos”, aplicadas às questões de segurança. Entre os anglo-saxões, essas primeiras investigações estavam muito ligadas às questões de segurança e de acidentes, por exemplo, no campo da aeronáutica, visando a melhoria do projeto das cabines de comando dos aviões durante a Segunda Guerra Mundial, a partir do estudo sistemático de acidentes.¹²⁴ Mas esses desenvolvimentos não apresentavam ainda um ângulo “cognitivo” no mesmo sentido dos avanços nos anos 1960 e 1970, com, por exemplo, os estudos de Jens Rasmussen sobre os erros,¹²⁵ no setor nuclear. Ainda não se fazia a proposta de distinção entre acidente de trabalho e acidente tecnológico maior, distinção que só foi introduzida no final dos anos 1970 e início dos anos 1980, como se viu.

Um bom exemplo desse posicionamento de então é ilustrado por Jean-Marie Faverge, um dos fundadores da ergonomia de língua francesa, que, em um artigo muito conhecido e ponto de inflexão na época, descreve o homem como “fator de confiabilidade e inconfiabilidade”.¹²⁶ Antes da influência das novas

“ciências cognitivas” e antes da focalização no risco de erro dos sistemas tecnológicos de risco, cada vez mais automatizados e depois informatizados, gerando desastres (nos setores aeronáutico, nuclear e químico), esse artigo ilustra claramente o posicionamento da psicologia, da ergonomia e dos “fatores humanos” antes do campo bascular para novas conceitualizações.

As possibilidades crescentes de modelagem do “trabalho mental” são de fato o fruto do desenvolvimento das ciências cognitivas desde os anos 1950, com os primeiros trabalhos sobre a cibernética e a teoria da informação, mas sobretudo nos anos 1960 e 1970, com a analogia feita a partir dos primeiros computadores em torno dos processos mentais de resolução de problemas, as tentativas de desenvolver sistemas especialistas, em hipótese baseados no processamento simbólico da informação.¹²⁷ É nesse período que foram desenvolvidos os conceitos e metodologias da psicologia cognitiva.¹²⁸ Como o trabalho se automatizava cada vez mais (em inúmeros campos industriais de risco) e exigia interfaces informatizadas para os operadores diagnosticarem, interagirem, decidirem e agirem, aumentava também o interesse em uma compreensão detalhada da cognição.

Em numerosas interpretações da época, são os “erros” cometidos por operadores, motoristas ou pilotos que são considerados a origem principal dos acidentes, na linha de frente. Reduzir esses “erros” torna-se assim um objetivo. James Reason, Jacques Leplat, Jens Rasmussen, Andrew Hale e Ian Glendon são autores muito representativos do período, embora de maneiras diferentes, alguns orientados para a “psicologia”, como a “psicologia do trabalho ou da organização”, e outros mais orientados para a “engenharia cognitiva” das interfaces homem-máquina. Assim, em 1987 e 1988, duas obras coletivas em língua inglesa¹²⁹ fazem um balanço dos conhecimentos disponíveis (que tem um equivalente em francês na mesma época)¹³⁰ antes da publicação, em 1990, de um importante livro no campo da gestão de riscos, *Human Error*, de James Reason.

Esses esforços de modelagem de caráter cognitivo trazem um conhecimento complementar aos trabalhos de ergonomia na época, cujo enfoque psicológico e fisiológico do trabalho (iluminação, ruído etc.) facilitava uma visão operacional das questões de segurança industrial, especialmente com abordagens baseadas na atividade.¹³¹ Todos esses trabalhos testemunham uma intensa atividade de pesquisa e a existência de uma grande comunidade de cientistas trabalhando no tema dos erros, mas também nos projetos de interfaces. As contribuições de Don Norman,¹³² Jens Rasmussen¹³³ ou David Woods e Erik Hollnagel¹³⁴ estão no cerne da gênese da engenharia cognitiva. Eles procuram, por meio de modelos

do operador (ou, mais genericamente, dos usuários, no caso de Don Norman) e princípios de interação com os projetistas, referenciais para o pensamento sobre produção de objetos e artefatos que sejam de uso seguro (nomeadamente, é claro, os monitores de sala de controle de sistemas de risco).

No mesmo período, os estudos etnográficos de Lucy Schulman,¹³⁵ em uma perspectiva próxima do universo da engenharia cognitiva, porém apresentados como distintos pela sua crítica do paradigma cognitivista (baseado na analogia com o computador e o processamento da informação) e sua orientação social, introduzem o olhar da ação situada, insistindo na necessidade de levar em conta o ambiente social e material das práticas dos usuários de máquinas. Os seus trabalhos fazem parte então de outra comunidade que toma forma na virada entre os anos 1980 e 1990, sob o impulso, nomeadamente, de sociólogos como Kjeld Schmidt.¹³⁶

Esse coletivo de pesquisadores toma uma posição alternativa, mais social, em torno dos objetivos da engenharia. Em reforço de sua posição, eles aproveitam novas propostas surgidas paralelamente no campo da cognição distribuída, contribuição do antropólogo Edwin Hutchins¹³⁷ especialmente. É nesse contexto que, para o que se agrupa aqui sob a designação de “cognição”, os anos 1990 começaram com uma contribuição expressiva (embora o título seja um tanto ambivalente, dada a mensagem da obra), *Human error*, que se tornou a obra clássica da ergonomia do erro e continua sendo uma de suas referências principais.

Anos 1990

Em seu livro, James Reason sintetiza os conhecimentos sobre o erro: quais tipos de erro são possíveis, a que processos mentais está associado cada tipo de erro etc. A partir de inúmeros estudos, esses dados permitem compreender melhor como os operadores podem cometer erros. Explorando taxonomicamente o modelo de Jens Rasmussen,¹³⁸ que se impôs como padrão na comunidade ergonômica, James Reason distingue entre vários tipos de erro (enganos, deslizos, lapsos) que ocorrem durante atividades mentais “simbólicas” (resolução “consciente” de problemas e aplicação de regras que requerem o uso de recursos cognitivos) ou durante atividades “subsimbólicas” (ativação de rotinas automatizadas de baixa demanda cognitiva, mais ou menos sob “vigilância consciente”). No entanto, nesse livro ele estende sua abordagem à dimensão sistêmica dos acidentes e populariza a abordagem da barreira de defesa em

profundidade, que ele transforma e será mais tarde chamada de *Swiss Cheese* (queijo suíço), bem como a metáfora médica, incluindo causas latentes e fatores patogênicos.¹³⁹

Três anos depois do livro de James Reason ter sido publicado, surgiu o de Erik Hollnagel,¹⁴⁰ propondo uma alternativa à visão então vigente do erro humano, oferecendo uma visão mais “positiva” deste. Na sequência, na França foi publicada uma obra de René Amalberti,¹⁴¹ cuja pesquisa tinha uma orientação próxima. A ideia desses trabalhos era de, em vez de procurar uma tipologia dos erros como James Reason, tentar compreender e mostrar como os indivíduos são proativos, em uma situação de adaptação e de aprendizagem no seu ambiente, caminho aberto por Jens Rasmussen nos anos 1980.¹⁴²

Sem dúvida, os operadores cometem erros, mas esses erros devem ser contextualizados na atividade, e não avaliados isoladamente, fora de qualquer situação. Segundo René Amalberti, essa orientação de pesquisa tem um impacto sobre as estratégias no desenvolvimento de interfaces (*cockpit*, sala de controle) e sistemas de ajuda aos operadores nos sistemas de risco. Certamente, um dos inconvenientes de procurar na fase de projeto a prevenção de erros, baseada em sistemas de ajuda ao operador, é que se exclui o ajuste natural dele, prejudicando assim tanto sua eficácia na hora de gerir o risco quanto a autoavaliação de sua capacidade de gerenciar situações de risco.

Este é o campo da “confiabilidade cognitiva” (*cognitive reliability*) para Erik Hollnagel, e do “compromisso cognitivo” para René Amalberti. A confiabilidade implica uma dimensão positiva, mas representa insistir, por um lado, na pesquisa sobre o funcionamento dito normal dos sistemas, mais do que baseada nos incidentes, e, por outro lado, no respeito de uma “validade ecológica”, ou seja, de uma apreensão da cognição no cenário. Esses dois pontos metodológicos recordam a distinção já encontrada na categoria “organização” (entre o estudo dos acidentes e o estudo do funcionamento “normal”), bem como a necessidade de estudar situações reais de interação no ambiente ou na ecologia dos atores.

Essas duas abordagens metodológicas com importantes implicações teóricas para o estudo da cognição são então compartilhadas, ao mesmo tempo, pelos defensores de duas correntes. A primeira, a tomada de decisão naturalista (*naturalistic decision making*, NDM),¹⁴³ é baseada no princípio de uma abordagem “macrocognitiva”.¹⁴⁴ Tendo referenciais teóricos comuns com a corrente da engenharia cognitiva,¹⁴⁵ aborda a atividade cognitiva dos indivíduos em situação real e não em laboratório,¹⁴⁶ discordando de uma série de ideias

relativas à tomada de decisões mantidas por uma corrente dominante (nomeadamente normativa).

Essa postura metodológica também é compartilhada pela segunda corrente, partidária da “ação situada” e sobretudo de uma abordagem social e etnográfica da engenharia (articuladas sob a forma do trabalho cooperativo assistido por computador ou *computer-supported cooperative work*).¹⁴⁷ É dentro desse movimento, com base em várias fontes (relativamente distantes dos clássicos da engenharia cognitiva), incluindo a etnometodologia, o interacionismo simbólico, a cognição distribuída, as teorias da atividade e a sociologia do conhecimento científico, que Lucy Suchman propõe agrupar os estudos etnográficos sobre o que ela denomina como centros de coordenação.¹⁴⁸ Esses centros, que incluem o controle de tráfego aéreo ou a regulação do tráfego do metrô,¹⁴⁹ facilitam uma visão particularmente interessante para a segurança industrial, com um espírito muito próximo e bastante complementar às contribuições de Karl Weick,¹⁵⁰ embora mais empírico e atribuindo um lugar determinante ao ambiente material e tecnológico.

Anos 2000

Trabalhos em psicologia e ergonomia cognitiva encontraram áreas de aplicação nas indústrias nuclear, aeronáutica e química, bem como na saúde, e também serviram para propor abordagens mais macroscópicas baseadas nas ideias de Jens Rasmussen.¹⁵¹ Em meados dos anos 2000, uma nova proposta foi feita de uma orientação forte em torno da “resiliência”. Esse termo tornou-se uma palavra-chave para pensar positivamente a contribuição humana à segurança industrial, em vez de negativamente (em termos de erros). Adotada por autores dos anos 1980 e 1990, formados no caldeirão de reflexões sobre erros humanos e sobre os métodos de confiabilidade humana associados às análises dos riscos,¹⁵² a resiliência se tornou efetivamente o termo central na afirmação dessa orientação.¹⁵³

James Reason, que até então tinha focado principalmente a identificação e classificação dos erros, adotou o mesmo caminho e dedicou um novo livro aos atos “heroicos” daqueles operadores que evitaram desfechos desastrosos.¹⁵⁴ O caso contemporâneo do piloto americano que brilhantemente conseguiu pousar no rio Hudson, em Nova York, veio sublinhar a relevância dessa visão. Graças à sua capacidade de improvisação e de adaptação ao acaso e ao imprevisto, os operadores dos sistemas de risco são as garantias de uma capacidade

de prevenção de acidentes. Essa é a rotina diária desses sistemas mais do que a exceção. Portanto, melhor do que procurar eliminar os erros, dever-se-ia identificar essas capacidades de resiliência, mantê-las, apoiá-las e desenvolvê-las.

O termo “resiliência” não era novo. Foi introduzido no campo anteriormente pelo cientista político americano Aaron Wildavsky¹⁵⁵ e pelo psicossociólogo Karl Weick.¹⁵⁶ Está certamente na ordem do dia (encontra-se na economia, ecologia e psicologia), mas também se baseia nos resultados dos últimos trinta anos de estudos cognitivos. Como já mencionado, inclui propostas de Jens Rasmussen, Erik Hollnagel e René Amalberti sobre a confiabilidade da cognição e sobre o compromisso cognitivo, mas também de David Woods, neste caso com a aspiração de generalizar a noção para além das fronteiras dos estudos cognitivos.¹⁵⁷

É importante mencionar aqui a produção científica de Sidney Dekker, oriundo do caldeirão da engenharia cognitiva (*cognitive engineering*),¹⁵⁸ visto que ele é um dos que vão retomar a noção de erro mas irão, depois, criticá-la mais profundamente, sobretudo no que diz respeito a James Reason, servindo-se de vários recursos, incluindo o posicionamento construtivista de Karl Weick.¹⁵⁹ Sidney Dekker insiste, em vários de seus manuais destinados aos investigadores de acidentes (particularmente na aviação), na importância de levar em conta a situação dos operadores, a forma como eles constroem uma representação da situação no momento. Mas ele vai mais longe no raciocínio e problematiza a própria possibilidade de chegar, afinal, nos processos oficiais de inquérito, a uma explicação objetiva das “causas” do acidente. Cabe destacar, para concluir esta seção, o trabalho do engenheiro e sociólogo Torgeir Haavik, de articulação entre as correntes da engenharia da resiliência, da ação situada e do trabalho cooperativo assistido por computador, correntes complementares cuja combinação se revela rica.¹⁶⁰

Instalação

Anos 1970 e 1980

As análises de risco das instalações baseiam-se em modelos e métodos do tipo *failure mode effects and critical analysis* (FMECA) ou análise de modos, efeitos e criticidade das falhas (AMECF) produzidos nos anos 1960 no setor aeronáutico, e princípios como os do Hazop (*hazard and operability study*, ou estudo de perigo e operabilidade), desenvolvidos na indústria química nos anos 1960

e 1970, como relata Trevor Kletz,¹⁶¹ engenheiro da grande empresa britânica na qual esse método foi desenvolvido. Os métodos “arborescentes” do tipo árvore de falhas ou de eventos são também desenvolvidos nos anos 1960 e estendidos a vários setores industriais (apresentados na obra de Villemeur,¹⁶² na França). Dotam os engenheiros (e gestores) de uma capacidade de controle de riscos por meio apenas do projeto tecnológico, chegando ao ponto de introduzir a contribuição do operador sob a forma de probabilidade de fracasso,¹⁶³ antes até de os erros se tornarem um verdadeiro campo de estudo da ergonomia e da psicologia ergonômica. Assim, o primeiro estudo probabilístico produzido para a indústria nuclear remonta a 1975 nos Estados Unidos.

Meio século mais tarde, essa ideia de controle por meio do cálculo continua bem arraigada, e por boas razões, do ponto de vista dos engenheiros. Certamente, as análises de risco contribuíram ao sucesso dos projetos e da exploração de (macro) sistemas tecnológicos (nucleares, ferroviários, aeronáuticos, marítimos, industriais nos setores químico e petroquímico etc.) cujo funcionamento raramente sofre falhas retumbantes (atribuíveis à má exploração em vez de uma falta de racionalidade técnica, separando assim a técnica da operação, sujeita à “irracionalidade” humana). Essa visão do desempenho tecnológico e da sua racionalidade é bem expressada pelo filósofo Daniel Parrochia,¹⁶⁴ que teoriza o que ele acredita determinar o sucesso desses objetos e projetos (porém sem excluir a possibilidade de falhas).

Esses métodos e a produção de modelos de risco baseiam-se nos princípios de desagregação sistemática e analítica das instalações e no conhecimento, após a desagregação, dos fenômenos físicos e tecnológicos que nelas podem ocorrer. Alguns dos modelos subjacentes são muito matematizados, mas o conjunto da abordagem não depende unicamente dessa matemática do risco. As análises de risco deixam espaço para abordagens qualitativas ou semiquantitativas. Assim, a pesquisa sobre sequências acidentais consiste em simular, de forma mental e por vezes, se necessário, experimental, as falhas, desvios (por exemplo, reação descontrolada com base no desvio de parâmetros – pressão, temperatura, etc. – no que diz respeito ao Hazop) ou perturbações externas (queda de objetos, intempéries, imprevistos naturais etc.) suscetíveis de produzir perdas de contenção de produtos perigosos e fenômenos não desejados.

Na prática, esse processo é muitas vezes um exercício coletivo. Por exemplo, um facilitador, rodeado por pessoas com as competências requeridas, tanto técnicas (conhecimento dos produtos e dispositivos) quanto operacionais (conhecimento das práticas reais e condições de exploração), deve mobilizar os princípios codificados em uma matriz de análise de risco, para estimular a

imaginação e considerar a máxima quantidade de sequências. Medidas de prevenção e proteção podem então ser consideradas, com base na avaliação das probabilidades e consequências (Quadro 2.1).

Quadro 2.1 Exemplo simplificado de tabela de análise de risco

Evento	Causa	Gravidade	Probabilidade	Barreiras

Cálculos podem ser feitos em relação às consequências (fluxos térmicos, dispersão de tóxico) ou probabilidades de ocorrência dos eventos. Confere uma grande legitimidade a essas abordagens a capacidade de expressar e traduzir na forma de equações os fenômenos (fluxos térmicos, aumentos de pressão ou condições de descontrole de reação), mesmo limitadamente, bem como a de gerar princípios para o cálculo de probabilidade de eventos em funcionamento seguro, com base em raciocínios lógicos (booleanos) associados a gráficos.

Anos 1990

É interessante notar durante os anos 1990 os numerosos avanços no conhecimento sobre os fenômenos e o quanto estes permitiram aprimorar a análise de risco. Ainda que os métodos de análise de risco, em essência, não representem uma ruptura com as conquistas dos anos anteriores, o conhecimento dos fenômenos continua progredindo, o que é imprescindível para implementar esses métodos e determinar os efeitos dos cenários identificados durante as análises. Muitos fenômenos são objetos de estudos mais detalhados e sua compreensão aumenta por meio de abordagens experimentais ou desenvolvendo ferramentas de informática que permitem uma modelagem (3D, por exemplo) cada vez mais avançada do comportamento físico ou químico dos fenômenos. Assim, passam a ser mais bem compreendidos e teorizados¹⁶⁵ fenômenos como a *boiling liquid expanding vapour explosion* (Bleve), ou explosão do vapor de expansão de um líquido sob pressão, e a *unconfined vapour cloud explosion* (UVCE), ou explosão de nuvem de vapor, que protagonizaram acidentes maiores dos anos 1970 e 1980. Doravante também se produzem tentativas mais avançadas de adicionar as ações dos operadores¹⁶⁶ e até fatores organizacionais¹⁶⁷ às análises de risco probabilísticas, embora a questão da ligação entre todos esses níveis de análise permaneça, sem dúvida, extremamente problemática.¹⁶⁸

Esse melhor conhecimento dos fenômenos de natureza fronteira está associado a uma abordagem mais sistemática dos equipamentos por meio da segurança operacional. O princípio de barreiras, aplicado de forma sistemática com base em cenários de acidentes identificados *a priori* por análises de risco, é, então, mais desenvolvido na indústria (o exemplo da “gravata-borboleta” da companhia Shell é muito representativo desse momento).¹⁶⁹ Por conseguinte, os conhecimentos das ciências da engenharia evoluíram nos anos 1990 em várias frentes: os fenômenos, a probabilidade, as ações dos operadores e as influências organizacionais sobre a probabilidade de acidente. Esses avanços resultaram em novas abordagens no campo da química e da petroquímica, no início dos anos 2000, em torno da noção de barreiras de segurança.

Anos 2000

Ao longo desses anos, torna-se visível em muitas indústrias de risco (nuclear, aeronáutica, química) a aplicação do princípio das “barreiras” na definição das medidas a serem implementadas na gestão de riscos. Sob a influência de novas normas, práticas ou regulamentos, as abordagens de análise de risco precisam agora demonstrar explicitamente como as barreiras de segurança são projetadas para a prevenção (e proteção) dos cenários de risco identificados. No entanto, a terminologia e os conceitos são heterogêneos e requerem esclarecimentos. Por exemplo, fala-se tanto de “defesa em profundidade” como de “barreiras de segurança”. Aparecem naquele momento, na literatura, autores que fazem o balanço sobre essa noção.¹⁷⁰

A fim de clarificar o uso dessas barreiras, são então propostas distinções para identificar as funções das barreiras, os sistemas que as constituem e os seus elementos. Assim, várias funções podem ser desempenhadas por diferentes tipos de sistemas, eles próprios constituídos por diferentes tipos de elementos. Portanto, é necessário especificar o papel da técnica (*hardware* ou *software*), das ações humanas diretas (como atender aos alarmes) e indiretas, baseadas na organização (como a qualidade do treinamento para os operadores). Podem também ser especificadas as funções que as barreiras procuram cumprir: prevenir, suprimir, afastar, proteger etc.

Também é interessante distinguir entre elementos de barreira passivos (que não requerem energia ou informação, como uma parede de retenção para conter vazamentos de produtos inflamáveis) ou ativos (que requerem energia e/ou informação, como um sensor que aciona um mecanismo de segurança).

Esses avanços permitem uma visão muito mais clara dos vínculos entre projeto de instalação e nível de risco. É uma evolução significativa na compreensão das instalações de risco pelos engenheiros, no mesmo nível dos esforços de incorporação das ações humanas e dos fatores organizacionais, inovadores em análise de risco.

A necessidade de um olhar multidisciplinar e interdisciplinar

A perspectiva histórica que acaba de ser apresentada permite-nos mostrar inicialmente duas coisas. Em primeiro lugar, mostra como é necessário matizar a ideia de estarmos perante abordagens estritamente disciplinares nas quatro categorias aqui selecionadas: instalação, cognição, organização e regulação. A retrospectiva mostra que muitas das contribuições identificadas já são consideravelmente interdisciplinares, como o trabalho dos pesquisadores de Berkeley sobre HRO, reunindo diferentes perfis (da engenharia, ciência política e psicologia organizacional) ao redor de casos empíricos comuns, ou ainda o grupo no Reino Unido (em torno de Barry Turner), que reúne engenheiros, psicólogos e sociólogos.

Também podemos mencionar a constituição do campo da engenharia cognitiva, muito interdisciplinar, que suscitou debates acalorados sobre seu *status* científico,¹⁷¹ semelhantes aos da ergonomia, disciplina na qual também se discute sobre o próprio *status*.¹⁷² Questões bastante similares surgiram também sobre os estudos interdisciplinares das HRO, em particular para determinar se a pesquisa sobre essas organizações de risco exigia ferramentas conceituais específicas ou se esses trabalhos deveriam ser englobados no campo mais estruturado da teoria das organizações.¹⁷³

As propostas em torno dos regimes de regulação de risco são mais um exemplo na interface do direito, da sociologia e da ciência política,¹⁷⁴ e as práticas e modelos de análise de risco são também o resultado de um trabalho muito interdisciplinar envolvendo as ciências da engenharia, a matemática, a química industrial e a física.¹⁷⁵ Proponho, portanto, considerar as diversas contribuições, como as HRO, a engenharia cognitiva, os regimes de regulação de risco ou ainda as análises de risco, como tradições de pesquisa no campo da segurança industrial e dos acidentes, que ligam a formulação de um problema com estudos empíricos e produção de métodos e conceitos específicos arraigados em uma só disciplina ou, às vezes, interdisciplinares. Portanto, em determinadas

circunstâncias, é apropriado falar tanto de disciplinas como de tradições de pesquisa, por vezes já constituídas de forma interdisciplinar.

No entanto, o que essa perspectiva histórica revela é que uma abordagem da segurança industrial baseada em apenas uma disciplina ou tradição de pesquisa não permitiria apreender todas as dimensões que influenciam a gênese de um acidente maior e, por conseguinte, a segurança industrial (como fica claro no Capítulo 1). A retrospectiva mostra, portanto, que nenhuma disciplina ou tradição de pesquisa pode fornecer a visão geral necessária, mesmo que mantenha relações com campos afins, conservando sua autonomia e independência (empírica, teórica, metodológica e institucional).

Para isso, deve perder um tanto de sua identidade inicial, ou contornos, para responder a um projeto mais aberto, em vez de um objeto que já está delineado na realidade pelo prisma da disciplina ou tradição de pesquisa escolhida. O(s) pesquisador(es) que objetiva(m) compreender a segurança industrial com uma visão aberta deve(m), portanto, “cruzar” as disciplinas e recorrer àquelas contribuições que lhe(s) permita(m) ter uma visão menos limitada.

A estratégia cognitiva de pesquisa simbolizada pelo “desembarque de helicóptero”, emprestado de Michel Serres no capítulo anterior, faz completamente sentido aqui, portanto. Nesse ponto, poderia corresponder a uma postura intermediária, em termos das distinções de Julie Klein. Por um lado, uma coordenação multidisciplinar, e do outro, uma interdisciplinaridade (por enquanto) teórica, bem como ampla ou abrangente, ao invés de uma interdisciplinaridade empírica e restrita. Essas classificações são, no final das contas, difíceis de estabelecer nitidamente, mas são também indicativas.

O que fica claro ao proceder assim é que, entretanto, o(s) pesquisador(es) apenas consegue(m) reconstituir parcialmente uma visão geral. A “rearticulação” multidisciplinar e interdisciplinar realizada deve contentar-se com elementos metodológicos, conceituais e empíricos, daqui e dali, que combinam em maior ou menor grau. Passos adicionais são necessários, incluindo um esforço de articulação envolvendo estudos empíricos, esforços para compatibilizar esses trabalhos, e produção de modelos que permitam a coordenação de todos esses pontos de vista heterogêneos (que os capítulos seguintes desenvolvem). No entanto, é possível entender melhor, por exemplo, as vantagens, limitações e dificuldades da fiscalização de instalações listadas quando se toma conhecimento dos trabalhos sobre regulação de risco por meio de trabalhos de sociologia da ação pública ou ciências políticas. Por um lado, eles permitem orientar o questionamento e, por outro lado, facilitam a interpretação dos dados, bem como as possibilidades ou não de ação.

Também é possível observar como certas realidades organizacionais podem dificultar a circulação de informações ou a implementação das regras de segurança quando se integram as contribuições da sociologia de organizações ou do trabalho. Os limites cognitivos dos operadores na sua situação de trabalho são mais bem compreendidos com conhecimentos de ergonomia cognitiva sobre a dinâmica dos erros. Também se compreendem melhor, entretanto, as incertezas dos engenheiros sabendo das contribuições da sociologia da ciência e da tecnologia. E assim por diante. Esse esforço, no entanto, mesmo que não produza um referencial “pronto para ser utilizado”, permanece como pré-requisito indispensável para a avaliação da segurança industrial. Conscientiza sobre as dimensões a serem consideradas e lança as bases para uma abordagem mais interdisciplinar, que será proposta nos Capítulos 4 e 5 e ilustrada empiricamente no contexto de uma investigação de acidente no Capítulo 6.

Uma leitura histórica em três etapas, intuitiva, porém simplista

Adicionalmente, essa leitura histórica pretendia mitigar a leitura linear e simplificada de forma excessiva, na pesquisa em segurança industrial, de uma transição do técnico para o humano, e em seguida para o organizacional. Seja nas comissões de inquérito, na evolução das práticas industriais, das regulações e dos Estados, na pesquisa acadêmica ou mais industrial, há um cruzamento e um extremo entrelaçamento temporal de todas essas disciplinas e tradições de pesquisa. O tema da organização (por exemplo, das HRO) está no centro de muitos trabalhos ao mesmo tempo que os avanços em torno da cognição (engenharia cognitiva e erros), assim como os avanços sobre barreiras de segurança nos métodos de análise de risco são concomitantes com a formação de uma corrente estruturada em torno da regulação de risco.

Embora intuitivamente atraente, a sequência de períodos distintos (técnico, humano, organizacional) não resiste, portanto, a uma análise mais apurada. Ao colocar em paralelo todos os temas dentro de uma divisão por década considerada, verifica-se, pelo contrário, uma grande diversidade de desdobramentos simultâneos. Um indicador muito bom dessa diversidade é a circulação e migração de conceitos entre esses campos recém-constituídos.

Circulação e migração de conceitos

A visão da engenharia sobre as instalações, por exemplo, evolui à medida que novas técnicas ou ferramentas são desenvolvidas para as análises de risco e modelagem dos fenômenos, de forma bastante independente das outras áreas. Essa visão não é, portanto, verdadeiramente substituída, e há décadas que continua a evoluir, inclusive quando são produzidos conhecimentos complementares. Além disso, esse olhar da engenharia procurou desde muito cedo, por exemplo, teorizar o “erro humano” para introduzi-lo nas análises e nos cálculos de probabilidade, abrindo um espaço de pesquisa e de aplicações industriais sobre o tema da “confiabilidade humana”.

Portanto, a visão da engenharia não está completamente fechada às outras contribuições, embora seu manejo da noção de erro esteja longe da sofisticação dos modelos dos campos especializados, como na ergonomia cognitiva. Há, portanto, uma abertura limitada, filtrando a dimensão “humana” por meio de uma racionalidade particular. O homem aparece então com um certo aspecto de “máquina”, executando a tarefa ou não, à imagem de um dispositivo técnico, dado que essa “redução” ou “tradução” facilita a aplicação de um raciocínio probabilístico.

O conceito de redundância migrou também do mundo da tecnologia para o da organização e foi objeto de muitos debates nos anos 1980 e 1990. Inicialmente retomado por Charles Perrow para salientar seus efeitos perversos, o sociólogo americano afirma que o risco de cenários imprevistos se multiplica ao acrescentar as redundâncias, um ponto que é corroborado por Scott Sagan, que também considera que a redundância não é necessariamente sinônimo de maior segurança.¹⁷⁶ Esse conceito foi depois utilizado nos estudos organizacionais, em particular os de Karlene Roberts, que testemunham, ao contrário, a importância de ter redundâncias nas equipes, permitindo duplo controle.

Passamos então de uma redundância do tipo tecnológica para uma redundância humana. Esta, porém, por sua vez criticada por Scott Snook. Para o sociólogo, as redundâncias humanas também são passíveis de falhar, pois, como o seu estudo de acidente mostra, as verificações que deveriam ter sido feitas não o foram, porque cada operador pensava que o outro o faria. Esses poucos exemplos (barreira e redundância) são válidos para outros conceitos no campo da segurança industrial (resiliência, erro, confiabilidade, grandes riscos, sistema de gestão da segurança etc.) que “migram”, são “traduzidos” de um campo para outro.

A Figura 2.2 ilustra o que foi argumentado nesta seção. Mais do que uma evolução histórica onde se passaria da tecnologia para o ser humano e para a organização, houve várias correntes de pesquisa sobre todos esses temas se constituindo de forma relativamente independente e concomitante a partir dos anos 1970. Embora os conceitos circulassem, as origens disciplinares, com suas questões iniciais, formulação dos problemas e respostas dadas, estabeleceram fronteiras. Essa dinâmica é um fenômeno de especialização bem conhecido no desenvolvimento das ciências e, por conseguinte, pouco surpreendente.

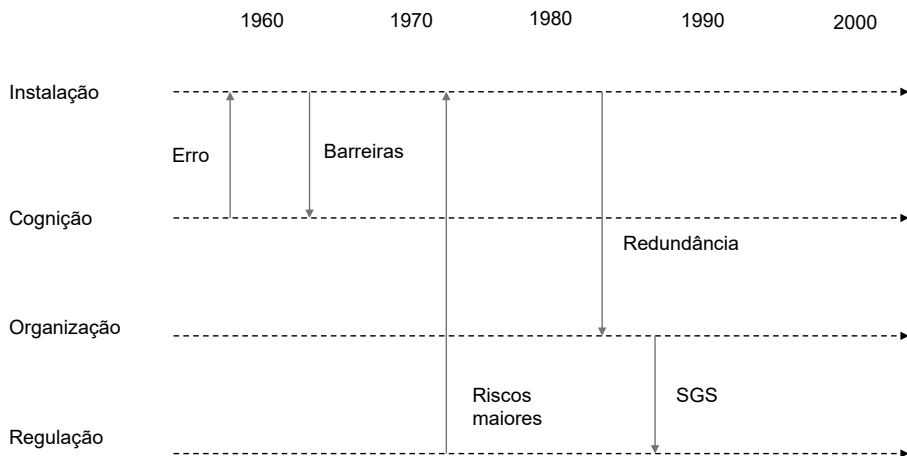


Figura 2.2 Compartimentação, migração e tradução de conceitos de uma categoria para outra

Em resumo

Existem, portanto, muitas disciplinas e tradições de pesquisa que, desde os anos 1970, se interessam pelas questões de segurança industrial e de acidentes. Seguindo uma estratégia de coordenação multidisciplinar ou de interdisciplinaridade ampla e teórica, distinguindo primeiro categorias e observando depois sua evolução em paralelo no tempo, a imagem obtida é a de um campo particularmente rico. Essa riqueza reflete as trajetórias de especialização científica, porém também trouxe uma série de questões. Agora que todos esses trabalhos foram apresentados e foram objeto de uma primeira discussão, podemos passar a um tema que é particularmente apropriado para tomar perspectiva em relação a tal assunto.

Como indicado anteriormente, a dupla natureza multidimensional e de sequência de ocorrências no caso do acidente apresentado no primeiro capítulo suscita questões. Os acidentes tecnológicos maiores, devido à sua rara ocorrência, seriam imprevisíveis e inevitáveis? Os acidentes e a segurança industrial, devido à sua natureza multidimensional, teriam a particularidade de não entrar em nenhuma “casa” disciplinar ou tradição de pesquisa? Na verdade, essas duas questões conduzem a um questionamento mais amplo, que ultrapassa as fronteiras dos acidentes e da segurança industrial, um questionamento sobre a complexidade. Embora possa parecer distante à primeira vista, uma vez que leva a uma reflexão para considerações de cunho filosófico, esse questionamento é, no entanto, fundamental, como será mostrado no Capítulo 3.

Notas

1. A. Laurent (2003).
2. R. Amalberti (2001).
3. M. Bourrier (1999a).
4. Um exemplo é dado por E. Hollnagel (2004). Ele retoma uma visão amplamente aceita de que as soluções em segurança industrial eram abordadas, até os anos 1970, do ponto de vista técnico e tecnológico. Em seguida, nos anos 1980, a segurança teria sido pensada na perspectiva do fator humano, relacionado com o problema do erro humano, especialmente após Three Miles Island, em 1978. Finalmente, uma terceira etapa teria ocorrido nos anos 1990, após investigações de acidentes como os do ônibus espacial Challenger e da central nuclear de Chernobyl em 1986, levando em consideração os fatores organizacionais (às vezes também abordados sob o ângulo da “cultura de segurança”). Esses três períodos são resumidos em uma sequência de três etapas: técnica, humana e organizacional. Essa ideia teria sido formulada pela primeira vez por A. Hale e J. Hovden, em 1998.
5. Ver, por exemplo, R. Amalberti, C. Fuchs & C. Gilbert (2003), obra na esteira da contribuição em nível nacional do grupo de interesse científico GIS RISQUE do CNRS, liderada por Claude Gilbert. Para um breve histórico da atividade dessa colaboração, ver C. Gilbert & I. Bourdeaux (2007). Para uma abordagem multidisciplinar no campo da química, ver a obra coletiva coordenada por M. Dupré & J.-C. Le Coze (2014).
6. D. Vinck (2000).
7. Ver, para publicações recentes, os artigos e/ou livros de J. Klein (2010); F. Darbellay (2011, 2012); A. Barry & G. Born (Eds.) (2013).
8. E. Morin (1990a).
9. E. Morin (1990b, p. 124).
10. Este capítulo não é, portanto, transdisciplinar segundo essa categorização, e sim multi e interdisciplinar. Deixo de lado então, por enquanto, a abordagem transdisciplinar, que será retomada no Capítulo 3.
11. Entretanto, pode-se mencionar uma alternativa de Andrew Pickering, que se refere à história da cibernética falando em antidisciplina (Pickering, 2013). Diante da diversidade de situações historicamente contingentes no desenvolvimento da ciência e da tecnologia, na

- circulação de conceitos e nas sutilezas decorrentes, poder-se-ia, naturalmente, imaginar muitos outros prefixos, como “meta”, “pós”, “in” ou “para” na frente do termo disciplinaridade (Laflamme, 2011).
12. J. Klein (2010).
 13. M. Gibbons, C. Limoges, H. Nowotny, S. Schwartzman, P. Scott & M. Trow (1994); H. Nowotny, P. Scott, & M. Gibbons (2003/ 2001).
 14. B. Bensaude-Vincent (2009, p. 35).
 15. C. Bonneuil & P.-B. Joly (2013).
 16. C. Debru (2011, p. 13).
 17. B. Latour (1984, p. 114).
 18. J.-P. Dupuy (1999, p. 15).
 19. B. Claverie (2010).
 20. B. Claverie (2010).
 21. P. Taylor-Gooby & J.O. Zinn (Eds.) (2006).
 22. O. Borraz & V. Guirandon (2008). Capítulo 12, em particular.
 23. Por exemplo, B. Kirwan, A. Hale & A. Hopkins (2002).
 24. Claude Gilbert identifica três gerações de riscos (ou de ameaças). “A noção de ‘riscos coletivos’ permite estabelecer vínculos, semelhanças interessantes entre os riscos que mencionava antes (naturais, tecnológicos) e aqueles se correspondendo mais com uma ‘segunda geração’ de risco (amianto, sangue contaminado, hormônio do crescimento etc.) ou até ‘terceira geração’ (encefalopatia espongiforme bovina, organismos geneticamente modificados, hepatite B, poluição ambiental cancerígena, baixas doses de radiação etc.)” (C. Gilbert, F. Caille & C. Lemieux, 1998).
 25. O. Borraz (2008). Mesmo que nessa obra as conclusões do autor (o Estado como “fator de risco”, uma gestão de riscos baseada em iniciativas não estatais) ecoem em parte a situação específica da regulação dos riscos tecnológicos maiores. Entretanto, essa comparação vaga deve ser muito matizada, pois “nenhuma obra tem proposto uma análise exaustiva da forma como as missões de segurança em conjunto foram e ainda são assumidas” (Borraz & Gilbert, 2008).
 26. C. Debru (2011, p. 9).
 27. M. Serres (2003a, p. 229-230).
 28. Trechos de uma entrevista, retomando o ponto desenvolvido em M. Serres (2003b). Entrevista disponível em: <http://www2.cndp.fr/magphilo/philolo12/entretien.htm>.
 29. J.-D. Reynaud (1995/1999).
 30. G. De Terssac (1992).
 31. Ver a síntese de J. Leplat sobre esse assunto (Leplat, 2006).
 32. C. Michaud & J.-C. Thoenig (2001).
 33. R. Aron (1986).
 34. J. Klein (2010).
 35. P. Lagadec (1981).
 36. P. Lagadec (1979).
 37. J.-F. Short (1984).
 38. M. Douglas & A.B. Wildavsky (1982).
 39. B. Wynne (1982).
 40. S. Jasanoff (1986).

41. B. Latour & S. Woolgar (1978).
42. S. Jasanoff (1986).
43. P. Lacoumes (1987).
44. G. Decrop & C. Gilbert (1993).
45. P. Lacoumes (1987).
46. The public inquiry into the Piper Alpha disaster (1990).
47. U. Beck (2001).
48. Sobre o que B. Latour insiste em seu prefácio da tradução francesa em 2001. “Esse termo de risco levou a muitos mal-entendidos [...] tem sido considerado como especialista em ‘riscos tecnológicos maiores’ enquanto utiliza o termo de forma muito mais ampla, considerando o próprio vínculo social [...] os males, as ameaças e os riscos já não vêm do exterior para perturbar a sociedade: eles são engendrados, fabricados, por essa própria sociedade.”
49. R. Boudon (2003).
50. C. Hood, H. Rothstein, R. Baldwin, J. Rees & M. Spackman (1999).
51. A. Giddens (1993).
52. S. Jasanoff (1990, 1993).
53. O. Renn (1992, 1998).
54. S. Krimsky & D. Golding (1992).
55. B.M. Hutter (2006).
56. U. Beck (1998).
57. C. Hood, H. Rothstein, R. Baldwin, J. Rees & M. Spackman (1999).
58. G. Decrop & C. Gilbert (1993); C. Gilbert (1995).
59. T.A. Birkland (1998).
60. S. Jasanoff (1993).
61. G. Decrop & C. Gilbert (1993).
62. E. Martinais (1996).
63. C. Hood, H. Rothstein & R. Baldwin (2001).
64. P.-J. May (2002).
65. C. Hood, H. Rothstein, R. Baldwin, J. Rees & M. Spackman (1999); B.M. Hutter (2001); H. Rothstein (2003); L. Bonnaud (2005); M. Dupré, J. Etienne & J.-C. Le Coze (2009).
66. D. Vaughan (1990).
67. H. Rothstein (2003).
68. C. Hood, H. Rothstein, R. Baldwin, J. Rees & M. Spackman (1999).
69. B.M. Hutter (2001).
70. L. Bonnaud (2005).
71. M. Dupré, J. Etienne & J.-C. Le Coze (2009).
72. E. Martinais (2010, 2011).
73. K. Tierney (2010).
74. J. Downer (2011).
75. B.A. Turner (1978).
76. C. Perrow (1984).
77. Esse ponto está bem descrito no prefácio de Diane Vaughan para a reedição de 1997 do livro de Barry Turner de 1978 (Vaughan, 1997) em colaboração com Nick Pidgeon, mas esse

- ponto é também mencionado pelo próprio Barry Turner em um artigo autobiográfico de 1995 (Turner, 1995).
78. D. Sills (1981).
 79. T. La Porte (1981).
 80. Mesmo que Claude Gilbert considere necessário se distanciar da ideia dos acidentes maiores como origem direta, sem mediação, de mudanças regulatórias (Gilbert, 1995). Essa cautela é perfeitamente válida também no que diz respeito aos avanços científicos. Os acidentes são, frequentemente, uma oportunidade para comunidades científicas mais ou menos bem estabelecidas oferecerem seus pontos de vista sobre o problema, em função de seus próprios filtros e problemáticas.
 81. Na mesma época, em torno de Barry Turner, deve-se mencionar a colaboração do engenheiro David Blockley com o psicólogo Nick Pidgeon. Esse coletivo constitui no Reino Unido uma dinâmica semelhante à dos pesquisadores da Universidade de Berkeley nos Estados Unidos (Pidgeon, Blockley & Turner, 1986). Essa experiência, muito menos conhecida que a de Berkeley, é descrita por N. Pidgeon (2010).
 82. Mas também a obra de Paul Shrivastava, prosseguindo com a tese de Charles Perrow, três anos após o desastre de Bhopal, examinando esse acidente com bastante profundidade (Shrivastava, 1986).
 83. G.I. Rochlin, T.R. La Porte & K.H. Roberts (1987).
 84. K.E. Weick (1987).
 85. K.E. Weick (1969).
 86. B. Wynne (1988).
 87. B. Wynne (1982).
 88. W.G. Johnson (1973).
 89. W.H. Starbuck & F.J. Milliken (1988a, 1988b).
 90. C.I. Barnard (1938); A.W. Gouldner (1954); H. Simon & J.G. March (1958); M. Crozier (1963).
 91. Ponto de vista relatado em uma discussão com Todd La Porte.
 92. S.D. Sagan (1993).
 93. K. Roberts (Ed.) (1993).
 94. G. Rochlin (1993); P.R. Schulman (1993); K.E. Weick (1993); A.D. Meyer & W.H. Starbuck (1993).
 95. T. La Porte & P. Consolini (1991).
 96. D. Vaughan (1996).
 97. D. Vaughan (1999).
 98. T. Pinch (1991).
 99. S. Hilgartner (1992).
 100. G. Rochlin (1999a, 1999b).
 101. M. Bourrier (1999a); M. Bourrier (Ed.) (2001).
 102. Em contraste, Michel Llory (engenheiro que iniciou a pesquisa em fatores humanos no I&D da empresa Electricité de France) posiciona-se (a partir dos relatórios das comissões de inquérito de acidentes), por um lado, em uma visão do acidente como via de acesso privilegiada ao conhecimento (uma “estrada real”, em referência a Freud e aos sonhos) e, por outro lado, em uma perspectiva crítica (de orientação psicodinâmica), discutindo o tema dos *whistleblowers* (lançadores de alerta) e sua situação nas organizações de alto risco (M. Llory, 1996, 1999, postura que se prolonga em M. Llory & R. Montmayeul, 2010).

103. M. Crozier (1963).
104. M. Crozier & E. Friedberg (1977).
105. J. Leplat (1986).
106. G. De Terssac (1992).
107. E. Friedberg (1993).
108. A.R. Hale (1999).
109. J. Reason (1997).
110. Para um resumo dos trabalhos dos anos 1990, ver F.W. Guldenmund (2000); A.I. Glendon & N.A. Stanton (2000); A.R. Hale (2000).
111. J. Rasmussen & I. Svedung (2000); S.A. Snook (2000); A. Hopkins (2000, 2005, 2008); M.W. Evan & M. Manion (2002); P. Mayer (2003); J. Downer (2011).
112. K. Weick & K. Sutcliffe (2007); C. Perin (2004); E. Roe & P. Schulman (2008).
113. C. Perin (2004).
114. A. Richter & C. Koch (2004); A. Hopkins (2006); K. Haukelid (2008); S. Antonsen (2009).
115. S. Gherardi, D. Nicolini & F. Odella (1998).
116. M. Farjoun & W.H. Starbuck (2007).
117. P.S. Goodman, R. Ramanujam, J.S. Carroll, A.C. Edmondson, D.A. Hoffman & K.M. Sutcliffe (2011); A. Boin & P. Schulman (2009).
118. M.W. Evan & M. Manion (2002).
119. The Ladbroke Grove rail inquiry (2001).
120. Columbia Accident Investigation Board (2003).
121. H.W. Starbuck & M. Farjoun (Eds.) (2005).
122. Presidential Commission (1986).
123. Chemical Safety and Hazard Investigation Board (2007); Baker Panel (2007); A. Hopkins (2008); National Commission on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling (2011); A. Hopkins (2012); T. Bergin (2011).
124. K. Vicente (2004).
125. J. Rasmussen (1969).
126. J.-M. Faverge (1970).
127. Para uma história da ciência cognitiva, ver H. Gardner (1985).
128. U. Neisser (1967).
129. J. Rasmussen (1987); L.P. Goodstein, H.B. Andersen & S.E. Olsen (Eds.) (1988).
130. J. Leplat & G. De Terssac (Eds.) (1990).
131. Ver, por exemplo, o trabalho de F. Daniellou (1986).
132. D. Norman (1988).
133. J. Rasmussen (1986).
134. D.D. Woods & E. Hollnagel (1983).
135. L. Suchman (1983, 1987).
136. K. Schmidt (1991).
137. E. Hutchins (1990).
138. J. Rasmussen (1986).
139. É interessante observar que, fora dos seus campos de origem, muitos dos investigadores dessa “geração cognitiva” contribuíram às problemáticas organizacionais e sistêmicas ao

- longo dos anos 1990 e 2000. J. Reason (1997); J. Rasmussen (1997); E. Hollnagel (2004); K. Vicente (2004); D.D. Woods (2005) – ou ainda S. Dekker (2004) para uma abordagem construtivista. Esse ponto será tratado no Capítulo 5.
140. E. Hollnagel (1993).
 141. R. Amalberti (2001).
 142. J. Rasmussen (1990b).
 143. G. Klein (1997).
 144. P.C. Cacciabue & E. Hollnagel (1995).
 145. G. Klein (2004).
 146. Evidentemente, esse posicionamento tem predecessores e faz parte de uma leitura histórica que não deixa de incluir a tradição ergonômica de língua francesa. Ver, por exemplo, B. Crandall et al. (2006).
 147. K. Schmidt & L.J. Bannon (1992).
 148. L. Suchman (1993, 1997).
 149. C. Goodwin & M.H. Goodwin (1996); C. Heath & P. Luff (1992) e, na França, J. Theureau & G. Filippi (1994); M. Grosjean (2004).
 150. K. Weick & K. Roberts (1993); K. Weick et al. (1999).
 151. J. Rasmussen (1997); K. Vicente (2004).
 152. E. Hollnagel (1993, 1998).
 153. E. Hollnagel et al. (Eds.) (2006).
 154. J. Reason (2008).
 155. A. Wildavsky (1988).
 156. K.E. Weick (1993).
 157. Ver em particular a aplicação do conceito por David Woods ao caso da Nasa (Woods, 2005).
 158. D.D. Woods, S. Dekker, R. Cook, L. Johannesssen & N. Sarter (2010).
 159. S. Dekker (2002a, 2007, 2011).
 160. T.K. Haavik (2011).
 161. T.A. Kletz (1983).
 162. A. Villemeur (1988).
 163. A.D. Swain (1963).
 164. D. Parrochia (1998).
 165. Sobre todos esses fenômenos, ver a síntese de A. Laurent (2003).
 166. B. Kirwan (1994); E. Hollnagel (1998).
 167. D.E. Embrey (1992); M.E. Paté-Cornell & D.M. Murphy (1996).
 168. B. Kirwan (1998).
 169. J.-P. Visser (1998).
 170. Por exemplo, S. Sklet (2006); L. Harms-Ringdhal (2009).
 171. J. Reason (1998).
 172. F. Daniellou (1986).
 173. W.R. Scott (2003).
 174. C. Hood, H. Rothstein & R. Baldwin (2001).
 175. A. Laurent (2003).
 176. S.D. Sagan (2004).

