**A Importância da Filosofia na Engenharia**
**Carl Mitcham**

**Traduzido por: Breno Oliveira Perdigão**
**Revisado por: Luiz Adriano Borges**

**RESUMO**
A filosofia não tem prestado atenção suficiente à engenharia. No entanto, os engenheiros não devem usar isso como uma desculpa para ignorar a filosofia. O argumento aqui é que a filosofia é importante para a engenharia pelo menos por três razões. Primeiro, a filosofia é necessária para que os engenheiros possam compreender e defender-se contra as críticas filosóficas. Na verdade, há uma tradição da filosofia da engenharia que é largamente ignorada, mesmo por engenheiros. Segundo, a filosofia, especialmente a ética, é necessária para ajudar os engenheiros a lidar com problemas profissionais éticos. Um estudo de caso dos requisitos éticos para os currículos de engenharia dos Estados Unidos corrobora este ponto. Terceiro, por causa do caráter inerentemente filosófico da engenharia, a filosofia pode realmente funcionar como um meio para uma maior auto compreensão da engenharia.

**ABSTRACT**
Philosophy has not paid sufficient attention to engineering. Nevertheless, engineers should not use this as an excuse to ignore philosophy. The argument here is that philosophy is important to engineering for at least three reasons. First, philosophy is necessary so that engineers may understand and defend themselves against philosophical criticisms. In fact, there is a tradition of engineering philosophy that is largely overlooked, even by engineers. Second, philosophy, especially ethics, is necessary to help engineers deal with professional ethical problems. A case study of ethics requirements for U.S. engineering curricula substantiates this point. Third, because of the inherently philosophical character of engineering, philosophy may actually function as a means to greater engineering self-understanding.

## INTRODUÇÃO

A tese do presente artigo é que, ao contrário de pressupostos comuns, a filosofia é centralmente importante para a engenharia. Quando engenheiros e estudantes de engenharia - para não mencionar aqueles que fazem uso de serviços de engenharia - descartam a análise e a reflexão filosófica como marginais à prática da engenharia, eles estão equivocados em pelo menos duas razões: histórica e profissional.

É também o caso, eu diria, de que a engenharia é importante para a filosofia - e que os filósofos fizeram esforços lamentavelmente insuficientes para apreciar e avaliar as realidades técnicas que muitas vezes presumem criticar. Se os filósofos definissem sua própria disciplina em ordem com relação à engenharia, a filosofia seria, sem dúvida, ainda mais importante para a engenharia do que é atualmente o caso.

No entanto, mesmo sendo concedida a atenção inadequada conferida à engenharia pela filosofia, a filosofia é de importância crítica e crescente para a engenharia. O argumento em apoio a esta tese será, adequadamente, confiar em aspectos fundamentais sobre a experiência da engenharia. Isso irá proceder por meio de uma revisão histórica dos esforços da engenharia

para fazer filosofia em parte como uma autodefesa contra o criticismo filosófico. Em seguida, em um estudo de caso central, iremos resumir e refletir sobre os esforços na comunidade de engenharia profissional dos Estados Unidos para incorporar a filosofia nos currículos de educação de engenharia. No entanto, as seções posteriores do artigo farão um esforço mais reflexivo para especular sobre o aprofundamento das relações entre engenharia e filosofia em um mundo cada vez mais engenhoso. Os engenheiros são, finalmente irei sugerir, os filósofos não reconhecidos do mundo pós-moderno.

**I. AUTO-DEFESA E FILOSOFIA**

Vou começar, então, com a questão da autodefesa. Como prefácio para este problema, considere uma apresentação esquemática do problema típico da engenharia. O problema é que engenharia e filosofia são normalmente concebidos como dois domínios mutuamente exclusivos, um pouco como segue:

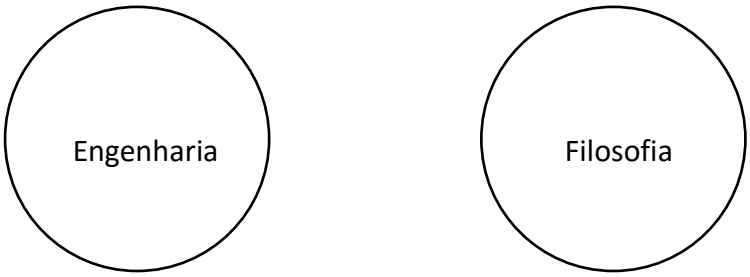


Figura A

Na mente da maioria das pessoas, engenharia e filosofia não têm muito a ver uma com a outra. Elas são, por assim dizer, ilhas gigantes separadas por um grande corpo de água (ver Snow (1959), para a apresentação clássica desse ponto de vista).

De fato, da perspectiva de alguns membros da comunidade de engenharia - para não mencionar os da comunidade filosófica - a situação é ainda pior. A engenharia é habitualmente dividida em um número de diferentes ramos: engenharia civil, engenharia mecânica, engenharia elétrica, engenharia química, engenharia nuclear, engenharia computação, etc. Algo semelhante ocorre na filosofia. Os representantes de algumas dessas áreas do mundo da filosofia, especialmente a ética e a estética, parecem ter montado cânones em suas áreas da ilha da filosofia, com a finalidade de disparar em domínios selecionados do mundo da engenharia.

Pelo menos desde a década de 1960, membros da comunidade filosófica ou seus companheiros de viagem acusam engenheiros de construir armas nucleares que poderiam destruir a civilização como a conhecemos, fabricando sistemas de transporte que são uma praga na cultura urbana, projetando tecnologias de comunicação que podem aumentar os controles centrais ou autoritários por parte de governos e corporações privadas, criando computadores que despersonalizam a vida humana. Os engenheiros têm, em geral, de acordo com os críticos, contaminado o mundo natural com produtos químicos tóxicos e gases de efeito estufa, enquanto inundam o mundo humano com feias estruturas e produtos de consumo inúteis (ver Ellul (1954) e Mumford (1967-70) para exemplos conhecidos).

Martin Heidegger, um dos mais proeminentes filósofos do século XX, chegou mesmo a argumentar que todas essas falhas éticas e estéticas são fundamentadas em uma atitude de

engenharia fundamental em relação ao mundo que reduz a natureza a recursos em um Gestell[1] dominante ou uma “armação” (enframing)[2] [Heidegger (1954)]. Heidegger é talvez mais sutil neste ponto do que é sempre reconhecido. Mas, segundo uma interpretação comum, Heidegger pode ser interpretado como dizendo que as "ciências do artificial" de Herbert Simon, por exemplo, promovem uma ontologia restrita e constrangida da redução matemática e uma epistemologia da realidade virtual. Os críticos feministas associaram a engenharia mesmo à dominação patriarcal, à morte da natureza e à perda de cuidados centrados no mundo [Merchant (1980)].

O que essas acusações representam é um grande ataque reacionário à auto definição de engenharia que remonta à formulação do século XVIII de Thomas Tredgold e é reiterada em trabalhos de referência como a Encyclopaedia Britannica e a McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology. De acordo com a definição clássica e ainda padrão que os engenheiros dão de sua própria profissão, a engenharia é "a aplicação de princípios científicos para a conversão ideal de recursos naturais em estruturas, máquinas, produtos, sistemas e processos em benefício da humanidade" [1]. O resultado dos ataques filosóficos seria substituir essa auto compreensão tradicional por uma que poderia se ler mais como a seguinte: "A engenharia é a arte científica pela qual um grupo particular de seres humanos destrói a natureza e polui o mundo de maneiras que são inúteis ou prejudiciais à vida humana "[2].

Na medida em que tomaram consciência de tais ataques - e para compreendê-los e se defender contra eles - a filosofia se tornou crucial para os engenheiros. Em primeiro lugar, então, os engenheiros se envolveram com o estudo da filosofia para responder e erigir algumas fortificações contra a investida filosófica. Uma escola inteira de engenheiros filósofos, de fato, aceitou esse desafio, mas é uma escola incompletamente reconhecida mesmo em institutos de engenharia e faculdades - e certamente não nas faculdades de artes liberais nas quais a maioria da filosofia é ensinada. Permitam-me simplesmente mencionar, de passagem, alguns contribuintes representativos desta escola ou tradição [3].

O primeiro é Ernst Kapp (1808-1896), um contemporâneo de Karl Marx. Embora originalmente educado como um filósofo, Kapp emigrou da Alemanha para o centro do Texas, onde se tornou um pioneiro e desenvolveu uma visão da tecnologia como uma extensão complexa ou projeção de faculdades e atividades humanas. Em uma subsequente articulação dessa antropologia filosófica da tecnologia, ele se tornou a pessoa a cunhar a frase "filosofia da tecnologia" ou "filosofia da engenharia" [Kapp (1877)] [4].

---

[1] - Nota do Tradutor: “A essência da técnica é o que Heidegger chama de Gestell: uma interpelação produtora que põe o homem a desvelar o real como fundo de reserva no modo do encomendar, assim permanecendo condenado à vontade do cultivo do que é calculável em sua facticidade.[...] Assim, não é a técnica moderna que é perigosa e/ou demoníaca, mas o Gestell, a sua essência.” (Ricardo Cocco, A questão da técnica em Martin Heidegger, Controvérsia – v.2, n.1, p. 34-54 (jan-jun 2006)).

[2] - Nota do Tradutor: “Armação significa a reunião daquele pôr que o homem põe, isto é, desafia para desocultar a realidade no modo do requerer enquanto subsistência. Armação significa o modo de desabrigar que impera na essência da técnica moderna e não é propriamente nada de técnico. Ao que é técnico pertence, em contrapartida, tudo o que conhecemos como sendo estruturas, camadas e suportes, e que são peças do que se denomina como sendo uma montagem. Esta, contudo, com todo o seu conjunto de peças, recai no âmbito do trabalho técnico, que sempre corresponde apenas ao desafio da armação, mas nunca perfaz esta ou mesmo a efetua.” (Martin Heidegger, A questão da técnica, scientiæ zudia, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 375-98, 2007).

Em seguida, gostaria de mencionar Peter Engelmeier (1855-c.1941), um dos fundadores da engenharia profissional russa. Cem anos atrás, Engelmeier, sob a bandeira da frase "filosofia da tecnologia", defendeu uma educação mais do que técnica da profissão de engenheiro. Se os engenheiros devem assumir o devido lugar nos assuntos mundiais, argumentou ele, devem ser educados não só em seus campos técnicos, mas também no conhecimento sobre o impacto social e a influência da tecnologia [5].

Uma terceira figura representativa é Friedrich Dessauer, certamente um contribuinte fundamental para esta tradição da filosofia da engenharia da tecnologia. O inventor da terapia de raios-x de penetração profunda, um adversário político do nazismo e um profissional técnico em diálogo com filósofos como Karl Jaspers, José Ortega y Gasset e Heidegger, entre outros, Dessauer desenvolveu uma interpretação do invento de engenharia como uma experiência que transcende os limites das aparências fenomenais kantianas e faz contato com a númenal[3] ou coisas em si. (Veja Dessauer (1959), que é uma versão completamente reescrita e muito expandida de Dessauer (1927).)

Independente da interpretação de Dessauer e como um exemplo final da tradição da filosofia da engenharia, o engenheiro civil de Nova York, Samuel Florman, desenvolveu uma interpretação relacionada aos "prazeres existenciais da engenharia" que responde a muitos de seus críticos filosóficos contemporâneos e defende a engenharia como uma atividade humana fundamental [Florman (1976)]. A engenharia não é apenas um instrumento para outros fins humanos, é em si mesma uma atividade existencialmente significativa. A engenharia possui um valor inerente ou intrínseco assim como instrumental ou extrínseco. (Ver também Florman (1981), (1987), (1996)).

Em primeiro lugar, então, a filosofia é importante para a engenharia, porque há muitos que criticam filosoficamente a engenharia. Fora da autodefesa, se por nenhuma outra razão, os engenheiros devem saber algo sobre a filosofia para lidar com os seus críticos. Além disso, alguns engenheiros, de fato, assumiram esse desafio.

## II. AUTO-INTERESSE E FILOSOFIA

A filosofia também é importante, em uma segunda instância, porque os engenheiros realmente enfrentam problemas internamente ou profissionalmente que eles admitem não poder ser resolvidos simplesmente com métodos de engenharia isolados. Refiro-me aqui principalmente a questões éticas profissionais.

Há momentos no mundo da engenharia quando os engenheiros se fazem perguntas sobre o que devem estar fazendo ou como devem fazê-lo que não podem ser resolvidas por especialistas técnicos sozinhos. Embora Clive Dym exclua metodologicamente a estética - e, por extensão, a ética - de sua análise da concepção de projetos, para manter sua discussão "limitada e manejável" [Dym (1994), p.15], ele também garante que a ética tem frequentemente um papel importante a desempenhar no projeto de engenharia [6]. Questões de segurança, risco e proteção ambiental são apenas as manifestações mais óbvias de variáveis que exigem um

---

[3] Nota do Revisor: numenal ou noumeno, no singular, se refere a um termo cunhado por Immanuell Kant, e geralmente é usado em contraste com, ou em, relação ao fenômeno, que se refere a qualquer coisa que possa ser apreendida pelo, ou é, um objeto.

julgamento ético na avaliação de sua influência adequada nas decisões de projeto. A filosofia (especialmente ética) é uma necessidade prática interna da engenharia - e é reconhecida pela comunidade de engenharia profissional.

Para considerar o ponto aqui em questão de uma maneira um pouco mais completa, deixe-me comparar o papel desempenhado pelas ciências e pelas artes liberais no ensino de engenharia. Para este propósito, permita-me examinar, como um estudo de caso empírico, os requisitos de certificação de educação de engenharia nos Estados Unidos. Ao prosseguir dessa maneira, meu objetivo é deixar os engenheiros, por meio de sua própria comunidade profissional, falarem por si mesmos sobre como eles pensam que a filosofia está no próprio interesse dos engenheiros e, para fornecer alguma elaboração complementar.

A organização que certifica os programas de educação de engenharia dos EUA é o Conselho de Credenciamento para Engenharia e Tecnologia (Accreditation Board for Engineering and Technology), mais comumente conhecido pelo acrônimo ABET. (ABET nasceu fora do Conselho de Engenheiros para o Desenvolvimento Profissional (Engineer's Council for Professional Development) ou ECPD, que foi fundado em 1932.)
De acordo com os critérios atuais de acreditação da ABET [7], os programas de engenharia exigem um mínimo de

(1) um ano de matemática e ciências básicas,
(2) um semestre de humanidades e ciências sociais, e
(3) um ano e meio de temas de engenharia.

É importante enfatizar que estes são requisitos mínimos de conteúdo - e que a graduação de engenharia padrão nos EUA requer de quatro a cinco anos de estudo.

Esses requisitos de conteúdo mínimo excluem o que são chamados cursos de "habilidades" focando no desenvolvimento de competência em comunicação escrita e oral, que também são necessárias. Se as exigências do curso de habilidades de comunicação de línguas estiverem incluídas nas exigências dos cursos de humanidades e ciências sociais - como estão nas descrições tradicionais das artes liberais - a ABET efetivamente exige que os estudantes de engenharia completem um ano de *studia humanitatis*.

Considere agora as justificativas para os três componentes primários do ensino de engenharia fornecidos pela ABET. O critério de tópicos de engenharia, é claro, não precisa de justificação, uma vez que é a educação de engenharia que está em questão. No entanto, é útil notar que os tópicos de engenharia são explicitamente considerados como incluindo tanto as ciências de engenharia - como distinta das ciências básicas - e a concepção de projetos de engenharia - como distintos de outros tipos de concepção de projetos (IV.C.3.d. [3][a]).

Quanto às ciências da engenharia, estas "têm suas raízes na matemática e nas ciências básicas, mas levam este conhecimento para a aplicação criativa" (IV, C.3.d. [3] [b]). Tal enraizamento é o que justifica as exigências de cursos de matemática e de ciências básicas. Nas palavras dos critérios da ABET: "O objetivo dos estudos em ciências básicas é adquirir conhecimentos fundamentais sobre a natureza e seus fenômenos, incluindo a expressão quantitativa" (IV.C.3.d. [1][b]).

Quanto a elaboração de projetos de engenharia, isso é definido como o processo de conceber um sistema, componente ou processo para atender às necessidades desejadas. Trata-se de um processo decisório (muitas vezes iterativo), no qual as ciências básicas, as matemáticas e as ciências da engenharia são aplicadas para converter os recursos de forma otimizada para atingir um objetivo declarado (IV.C.3.d. [3][c]). Uma compreensão do projeto de engenharia obviamente fornece uma segunda justificativa para a matemática e as ciências básicas.

Mas o que dizer do semestre de cursos de artes liberais - ou ano, se alguém incluir estudos de comunicação escrita e oral? Qual é a justificativa para incluir as ciências humanas e sociais como um componente importante dos requisitos curriculares para uma educação de engenharia?

Antes de citar os critérios da ABET para responder a esta questão, note que a definição dos critérios da ABET da concepção de projetos de engenharia silenciosamente deixa cair um aspecto crucial da definição tradicional de engenharia. Como mencionado anteriormente, a definição de Tredgold e (até recentemente) a mais citada é que a engenharia é "a aplicação de princípios científicos a conversão ideal de recursos naturais em estruturas, máquinas, produtos, sistemas e processos em benefício da humanidade ". A ABET substitui a finalidade ou o objetivo de ser humanamente útil e benéfico simplesmente atendendo a algumas "necessidades desejadas" ou "objetivos declarados". O aspecto normativo da definição tradicional é assim eliminado em favor de um processo neutro ou dependente do contexto.

Assim, no ponto dos critérios da ABET, quando se descrevem e justificam as exigências em matéria de ciências humanas e ciências sociais, diz-se que os estudos nas ciências humanas e sociais servem não somente aos objetivos de uma educação ampla, mas também para conhecer os objetivos da profissão de engenheiro e assim por diante. No intuito de tornar os engenheiros plenamente conscientes de suas responsabilidades sociais e mais capazes de considerar fatores relacionados no processo de tomada de decisão, as instituições devem exigir que os cursos sejam feitos nas ciências humanas e sociais como parte integrante do programa de engenharia. Esta filosofia não pode ser enfatizada demais (IV.C.3.d. [2] [a]).

Em outras palavras, uma vez que o objetivo do projeto de engenharia tenha sido reduzido de ser humanamente útil e benéfico para um processo dependente do contexto, então as ciências humanas e sociais são apresentadas como um meio para compreender e avaliar esses contextos. Caso contrário, os engenheiros seriam apenas contratados - e poderiam servir a profissão igualmente bem como projetistas de campos de concentração ou de plantas químicas verdes (não poluentes).

Assim, enquanto a matemática e as ciências básicas fundamentam as ciências da engenharia, as artes liberais fundamentaram (de forma diferente, mas relacionada) o projeto de engenharia. Seria demasiado corajoso conjecturar que, assim como as ciências de engenharia são pensadas para estender as ciências básicas, levando o "conhecimento mais para a aplicação criativa", também a concepção de projeto de engenharia pode ser descrita como a aplicação criativa de alguns modos de pensamento e ideais das ciências humanas e sociais?

Considere brevemente um contraste de duas experiências de engenharia que podem ser interpretadas para apoiar, de ângulos bem diferentes, uma tal hipótese. A primeira é imaginativa, mas real: a do Fausto de Goethe. Em *Fausto II*, perto do fim, tendo primeiramente abandonado os seus estudos liberais e depois a magia bruta, Fausto tornou-se um engenheiro

civil erguendo barragens e drenando pântanos - mas, inadvertidamente, matando pessoas inocentes (Para um comentário de um engenheiro sobre a situação de Fausto, consulte Schillinger (1984).) A segunda experiência é histórica, mas imaginativamente reconstruída: o caso do engenheiro russo Peter Palchinsky [Graham (1993)]. Ele foi executado por Stalin porque se recusou a separar o conhecimento técnico das ideais humanistas, isto é o fantasma do engenheiro executado Palchinsky que emerge triunfante na glasnost[4] que acompanhou o desaparecimento da União Soviética. Este ponto é reiterado no final da declaração de conteúdo dos critérios da ABET. Depois de afirmar que a competência em comunicação "é essencial para o graduado em engenharia" (IV.C.3.i), afirma-se ainda que: "Uma compreensão das considerações éticas, sociais, econômicas e de segurança na prática de engenharia é essencial para uma carreira de engenharia de sucesso "(IV.C.3.j).

A ABET está atualmente revendo e simplificando os seus critérios de certificação. Seu novo conjunto de critérios, estabelecido em um documento chamado "Critérios de Engenharia 2000", confirma o presente argumento ao listar onze "resultados" sobre os quais os programas de engenharia serão avaliados. A partir do ano 2000, para ser certificado pela ABET, "programas de engenharia devem demonstrar que seus graduados têm

> (A) a capacidade de aplicar conhecimentos de matemática, ciências e engenharia
> (B) a capacidade de conceber e conduzir experiências, bem como de analisar e interpretar dados
> (C) a capacidade de projetar um sistema, componente ou processo para atender às necessidades desejadas
> (D) a capacidade de trabalhar em equipes multidisciplinares
> (E) a capacidade de identificar, formular e resolver problemas de engenharia
> (F) uma compreensão da responsabilidade profissional e ética
> (G) uma capacidade de se comunicar eficazmente
> (H) a ampla educação necessária para compreender o impacto das soluções de engenharia num contexto global e social
> (I) um reconhecimento da necessidade e da capacidade de participar na aprendizagem ao longo da vida
> (J) um conhecimento de questões contemporâneas
> (K) a capacidade de usar as técnicas, habilidades e ferramentas de engenharia modernas necessárias para a prática de engenharia.

Agora, dessas onze conclusões, quatro - ou mais de um terço - podem ser facilmente classificadas como engajadas com as artes liberais. Assim, novamente, em um programa de quatro a cinco anos, mais de um ano de conteúdo do curso pode ser esperado que tenha um foco humanista". Tais trabalhos de curso ", apelando novamente aos critérios existentes, devem atender às definições geralmente aceitas de que as humanidades são os ramos do conhecimento preocupados com o homem e a sua cultura, enquanto as ciências sociais são os estudos das relações individuais na sociedade e para a sociedade. Exemplos de assuntos tradicionais nessas áreas são a filosofia, as religiões, a história, a literatura, as artes plásticas, a sociologia, a psicologia, a ciência política, a antropologia, a economia e as línguas estrangeiras. Os assuntos

---

[4] Nota do Revisor: política de democratização e liberdade nos meios de informação instituída no governo de Mikhail Gorbatchov na União Soviética.

não tradicionais são exemplificados por cursos como tecnologia e assuntos humanos, história da tecnologia, da ética profissional e da responsabilidade social (IV.C.3.d. [2] [b]).

**III. EXCURSUS: TRÊS PERGUNTAS**

Esta passagem provoca facilmente pelo menos três perguntas - perguntas que implicam um breve excursus. As perguntas são:

> *Um; o que significa invocar "definições geralmente aceitas" das humanidades e das ciências sociais? São as ciências humanas e as ciências sociais, incluindo filosofia, historicamente ou socialmente construídas?*
>
> *Dois; exatamente o que é, enfim, a filosofia? Qual é a relação entre a filosofia e as artes liberais? Talvez seja o caso que a filosofia - tendo sido nomeada primeiro - poderia ser mais importante ou diferencialmente significativa do que outras humanidades e ciências sociais?*
>
> *Três; à luz da definição geralmente aceita da filosofia como incluindo a ética - juntamente com afirmações feitas aqui e anteriormente sobre a importância da ética profissional para "uma carreira de engenharia bem-sucedida" - o que é, mais concretamente, que a filosofia e a ética podem fazer para a engenharia?*

Estas são questões sérias. Não devem ser respondidas rápida ou definitivamente no presente artigo. Na verdade, elas são o tipo de questões abertas destinadas a provocar uma reflexão mais ampla do que o encerramento de soluções simples. No entanto, é apropriado aqui começar a explorar elementos do que poderiam ser denominados de condições de contorno para tais respostas.

Com relação à primeira pergunta: a passagem é mais perspicaz do que muitos em sua referência cautelar às "definições geralmente aceitas" das humanidades e das ciências sociais. É verdade que essas definições são construídas historicamente, socialmente e culturalmente [8]. Tais construções como existem também são altamente contestadas - em maneiras diferencialmente construídas.

Nos Estados Unidos, este concurso multi-camadas - com seus concursos sobre o concurso - é conhecido coletivamente e carinhosamente como "as guerras culturais". Uma frente nessas guerras é travada entre os protagonistas da escola de cultura dos "homens mortos brancos" (de Homero) e a escola "politicamente correta" (nós somos vítimas da discriminação) - para usar os nomes caluniosos dados por cada lado dos grupos em conflitos. Neste sentido, a declaração de critérios da ABET é ao mesmo tempo cautelosa - e nada menos que cautelosa, com sua descrição das humanidades como "preocupada com o homem e sua cultura".

Deixando de lado esta flagrante armadilha, pode-se notar que, no início, os engenheiros abriram sua própria frente nas guerras culturais. Como John Staudenmaier tem habilmente narrado em Technology's Storytellers, a fundação da Sociedade para a História da Tecnologia no final dos anos 1950 foi feita em parte por engenheiros que se viram deixados de fora da história ocidental tanto quanto mulheres ou várias minorias étnicas [Staudenmaier 1985), especialmente o capítulo 1, pp. 1-8]. A história é tanto a tecnologia quanto a política, argumentavam os

historiadores da engenharia. As ciências humanas e sociais têm refletido o limitado interesse próprio e os preconceitos ideológicos dos não-engenheiros - para não dizer daqueles que usam o poder / conhecimento de humanidades e ciências sociais para disciplinar a si mesmos e aos outros (a alusão é, obviamente, a Foucault [Foucault (1980)]). Os engenheiros têm interesse em abrir as caixas negras da história, para perceberem que os problemas políticos e suas soluções dependem muitas vezes de insumos de engenharia, a fim de incluir não tanto outro grupo de vítimas como conquistadores não reconhecidos.

As ciências humanas e as ciências sociais, incluindo a filosofia, são assim construídas historicamente e socialmente. Mas também é crucial notar que o mesmo - embora não tão obviamente – ocorre com a engenharia. Tanto a engenharia como a filosofia - para se concentrar nesse elemento das humanidades e das ciências sociais aqui em questão - têm origens históricas distintas e nem sempre foram compreendidas ou praticadas no passado como elas são hoje.

A filosofia emergiu como um modo de vida humano reconhecido no século 5 aC na Grécia. De acordo com o relato de Aristóteles, a filosofia se originou quando os seres humanos substituíram o discurso sobre deus ou deuses por um discurso sobre *phusis* ou natureza [Metahysics, XII, 6; 1071b27]. Hoje, no entanto, poucos membros dessa comunidade que praticam a disciplina da filosofia - e disciplina não é o mesmo que um modo de vida - falam ou escrevem sobre *phusis* ou natureza. Eles são mais propensos a falar ou escrever sobre fenômenos e linguagem.

A engenharia também emergiu como uma atividade humana reconhecida em um ponto particular da história - especificamente nos séculos XVII e XVIII. Os primeiros engenheiros eram membros dos militares que projetaram, construíram, operaram e mantiveram fortificações e motores de guerra, tais como aríetes, catapultas e canhões. O termo "engenheiro civil" denotou originalmente a tentativa de transferir o tipo de atividade e conhecimento envolvidos em tais questões militares em contextos não militares. A formulação da definição de engenharia de Tredgold, como citado anteriormente, fazia parte do esforço histórico e social para provocar esse deslocamento.

De fato, tanto a engenharia como a filosofia exibem características bastante diferentes tanto nas geografias quanto nas histórias - mesmo se compararmos casos apenas de comunidades de discurso tão relacionadas como as da Europa e dos Estados Unidos.

Pode-se admitir, então, que tanto a engenharia como a filosofia são construídas historicamente e socialmente. Tal admissão pareceria conferir à história e às ciências sociais prioridade nas artes liberais.

Ao mesmo tempo, a história e a sociedade não são feitas apenas de mudanças; elas também são feitas de continuidades. A construção histórica e social não é, afinal de contas, *ex nihilo*. Na verdade, talvez seja melhor descrito não como construção, mas como reconstrução. Nossos esforços para nomear o que está passando por reconstrução histórica - e, portanto, o que em certa medida transcende a história - estão sujeitos a revisão. Em qualquer ponto do tempo, no entanto, devemos logicamente (se provisoriamente) aceitar nossas próprias construções sócio-históricas sobre como melhor indicar tais características trans-sócio-históricas - ou talvez melhores, multi-sócio-históricas de nossas construções.

Com relação à segunda questão neste *excursus*, então, indagamos sobre quais características multi-sócio-históricas são exibidas pela filosofia. Qual é a filosofia que, desde as suas origens do século 5 aC, nos permitiu falar sobre a presença deste ou de outros fenómenos relacionados em outros tempos e lugares? O que queremos dizer agora com a filosofia?

Hoje, os elementos comuns ou unificadores da filosofia envolvem alguma mistura dos seguintes pontos: (A): análise conceitual, que nos ajuda a esclarecer e corrigir usos práticos e teóricos de termos. Isso inclui, mas não se limita à lógica; (B): exame reflexivo da prática e do pensamento, de modo a aprofundar o conhecimento e a compreensão, estendendo ou criticando ambas as dimensões da experiência. Isso inclui as áreas centrais da filosofia conhecidas como ética, epistemologia e metafísica, muitas vezes com ênfase em suas metodologias racionais; (C): pensar sobre aspectos da experiência que são mais globais do que habitualmente tratadas por qualquer disciplina. Aqui a ênfase é provavelmente mais substantiva do que metodológica. Esse pensamento também pode envolver a consideração inter-, multi-, trans- e antidisciplinar do que é certo e bom (ética), do conhecimento (epistemologia) e da estrutura da realidade (metafísica), e (D): a prática de um modo distinto de vida e pensamento, considerado bom em si mesmo, com seu próprio conhecimento único da realidade. A filosofia, nesse sentido, também pode ser regionalizada em práticas ou princípios gerais orientadores de um indivíduo ou grupo, como quando nos referimos à filosofia pessoal de alguém ou à filosofia de uma empresa.

Em cada uma dessas manifestações, a filosofia pode ser descrita como engajada com questões não-empíricas, em vez de empíricas - embora não sem referência empírica ou real. Cada uma das áreas centrais da filosofia - ética, epistemologia e metafísica - apresenta dimensões descritivas e normativas. Mas é a dimensão normativa que é ao mesmo tempo crucial - e mais difícil de perseguir, sem abandonar suas dimensões conceituais e críticas.

Pode-se também notar, historicamente, que a filosofia funcionou como uma espécie de viveiro em que surgiram muitas das ciências e das humanidades. A filosofia natural deu origem à ciência natural; foram filósofos como Bacon e Descartes, juntamente com filósofos naturais como Galileu e Newton, que construíram as ciências físicas. Foram filósofos sociais como Comte, Marx, Durkheim e Weber que construíram as ciências sociais. Da reflexão filosófica e da análise conceitual emergiram também a economia, a antropologia, a psicologia, os estudos religiosos e outras disciplinas de humanidades e ciências sociais. A própria ideia de uma disciplina, definida tanto em termos de seu objeto quanto de seu método, é aquela que a filosofia em seu pensamento inter-, multi-, trans- e antidisciplinar tanto conceitualmente esclarece quanto critica reflexivamente.

Desta forma, particularmente, a filosofia parece razoavelmente e diferencialmente significativa das outras ciências humanas e sociais - para ser, por assim dizer, primeira entre iguais. Tal significado fornece uma razão para a hipótese de que a filosofia, mais do que as outras ciências humanas e sociais, pode ser importante à engenharia de uma maneira especial.

Assim, no que diz respeito à terceira questão deste *excursus* - questão que nos devolve ao tema principal - podemos considerar novamente o que é que a filosofia, especialmente a filosofia na forma de ética, contribui para a engenharia profissional.

## IV. ENGENHARIA E ÉTICA

Certamente não é o caso que a filosofia tem promovido a engenharia na mesma maneira com que promoveu as ciências, as ciências sociais, e as humanidades. De fato, a engenharia tem uma forte tendência a se distinguir da filosofia, não de uma maneira que reconheceria a filosofia como aquela de onde surgiu, mas como aquela em relação à qual é definitivamente outra.

Como observa Louis Bucciarelli em seus estudos etnográficos de engenheiros, quando os alunos estão resolvendo problemas de engenharia, geralmente se pensa que eles "não deveriam ficar atolados em diversões" filosóficas "inúteis." [Bucciarelli (1994), pp. 105-6]. Como observa em mais de uma ocasião, no domínio da engenharia, a filosofia tem conotações negativas. No entanto, na conclusão de seu estudo, o engenheiro Bucciarelli, tendo argumentado que a concepção de projeto de engenharia é um processo social, aponta como isso significa que existem alternativas. Quando há alternativas, ele diz, então pode haver melhor e pior. Em tal situação, "A questão realmente importante e interessante se torna: o que queremos dizer com um projeto melhor?" [Bucciarelli (1994), p. 197]. Mas tal questão é eminentemente filosófica.

Somente através da análise conceitual, da reflexão racional e dos modos gerais de pensamento é que tal questão pode ser adequadamente abordada. Precisamente por causa de numerosas manifestações específicas desse tipo de questão - a questão, isto é, "O que queremos dizer com um projeto melhor?" - os engenheiros construíram pontes, embora nem eles nem os filósofos nem sempre pudessem reconhecê-las como tal, entre a engenharia e a filosofia, especialmente ao ramo da filosofia constituído pela ética. Assim resumida novamente por meio de um diagrama esquemático, a situação foi transformada de dois círculos mutuamente exclusivos a algo como o seguinte:

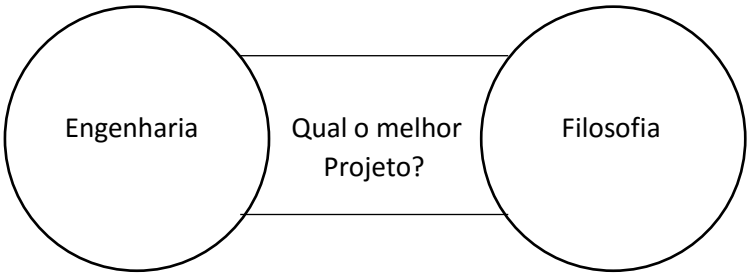


Figura B

No esforço para começar a abordar dilemas operacionais e de projeto que surgiram para escrutínio em casos particulares como o tanque de gás Ford Pinto que foi submetido a explosões de colisão traseira [Birsch e Fielder (1994)], o San Francisco Bay Area Rapid Transit (BART) falha no sistema de controle de trem automático [Anderson, Perrucci, Schendel e Trachtman (1980)], montagens de motor e porta do compartimento de carga DC-10 [Curd and May (1984); Fielder e Dirsch (1992)], as juntas de campo no propulsor de foguete sólido do ônibus espacial Challenger [Boisjoly (1991); Vaughan (1996)], - para citar apenas quatro exemplos bem conhecidos dos EUA que representam as áreas de engenharia automotiva, computacional, aeronáutica e estrutural - engenheiros como Stephen Unger, Roland Schinzinger [Martin e Schinzinger 1996)], Charles Harris e Michael Rabins [Harris, Pritchard e Rabins (1995)], Aarne Vesilind e Alastair Gunn [Vesilind e Gun (1998)], e outros: (a): empreenderam análises conceituais de certo e errado, bom e mau, na prática da engenharia; (b): a busca de um aprofundamento reflexivo para sua percepção e a compreensão da dimensão ética da

experiência de engenharia; e (c): têm visado a investigação interdisciplinar, cooperativa em códigos de ética profissional, procedimentos disciplinares, estratégias de educação moral e muito mais.

Contudo, para além dos esforços destes engenheiros éticos em analisar os códigos de conduta profissional, refletir melhor as dimensões éticas da prática de engenharia, reconstruir as organizações profissionais para melhor apoiar a autonomia da engenharia adequada e se envolver em esforços pedagógicos interdisciplinares pode discernir corretamente no núcleo da análise de projetos de engenharia um impulso fundamentalmente ético. Por falta de uma frase melhor, deixe-me chamar isso de imperativo para permanecer conectado [10]. A incapacidade de permanecer conectado às limitações da condição humana é, por exemplo, uma maneira de definir o problema de Fausto como engenheiro. A determinação de permanecer ligado ao que é pragmaticamente conhecido sobre o mundo é o que custou muitos engenheiros, como Palchinsky, seus empregos, se não suas vidas.

Um dos motores por trás da modelagem por computador de Clive Dym de representação de design, por exemplo, é promover a comunicação entre engenheiros de projeto e o pessoal de construção que evitaria o tipo de desastre precipitado, como na falha da passarela do Hyatt Regency em Kansas City, por uma falha do fabricante em compreender o significado de uma especificação de projeto crucial [Marshall et al. (1982)]; para a análise de Dym ver Dym (1998). O erro do contratante Hyatt Regency foi, por sua vez, criado por uma falha de engenharia de projeto em reconhecer o problema de construção envolvido pela especificação de projeto crucial em questão.

Hastes de suspensão longas o suficiente para conduzir uma carga da passarela do segundo andar para a passarela do quarto andar, diretamente para as vigas de cobertura, não estavam disponíveis. O empreiteiro, não compreendendo a dinâmica de transferência de carga envolvida, substituiu duas hastes, em vez disso, pendurando a passarela do segundo andar na passarela do quarto andar. A necessidade identificada de uma melhor comunicação - ou seja, uma melhor conexão - entre a intenção do projeto e a reificação da construção, é um imperativo moral e um imperativo técnico.

É bem possível que, como o engenheiro Henry Petroski defende, as falhas de projeto sejam inerentes à prática falível da engenharia e à curva de aprendizado que constitui o progresso técnico [Petroski (1985)]. Mas a análise conceitual e o exame reflexivo revelam que nem todas as falhas são iguais. Além disso, a análise filosófica e a reflexão fazem parte do próprio processo pelo qual os engenheiros aprendem das falhas de projeto. Novamente, o trabalho de Clive Dym sobre as linguagens de representação no projeto é um exemplo disso.

É central para o argumento, neste momento, observar que as disciplinas não devem ser concebidas como barreiras a todos os intrusos, como nichos seletivos para a promoção do crescimento diferencial. Somos todos, até certo ponto, engenheiros, na medida em que projetamos, construímos e operamos nos micro-mundos de nossas vidas. Algo tão simples como embalar uma caixa é um problema de mini-design cotidiano. Da mesma forma, somos todos, até certo ponto, estudantes de filosofia, na medida em que nos comprometemos a analisar conceitualmente, refletir e generalizar sobre aspectos de nossas vidas e obras.

Só porque esse é o caso - só porque somos pessoas seletivamente aprimoradas - é possível e faz sentido para nós estender a mão e chamar outro indivíduo ou comunidade de profissionais diferenciados para assistência. Como os engenheiros, até certo ponto, fazem filosofia, faz sentido que construam pontes para os filósofos (que também já praticam a engenharia) e pedem ajuda. É exatamente isso que engenheiros como Unger, Schinzinger e Rabins fizeram - a que filósofos como Tom Rogers, Mike Martin e Michael Pritchard responderam [11]. Em cada caso, temos mais do que simples construção de pontes entre engenharia e ética. O que vemos agora é a verdadeira fusão parcial ou sobreposição dos mundos da engenharia e da filosofia, que podem ser assim representados:

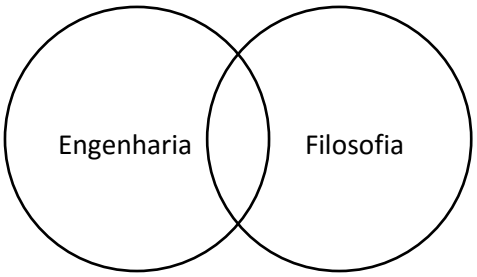


Figura C

**V. AUTO CONHECIMENTO E FILOSOFIA: ALÉM DA ÉTICA APLICADA**

A engenharia no passado pode ter sido historicamente e socialmente construída de modo a estar alienada da filosofia. A filosofia no passado também pode ter procurado manter a engenharia à distância. Mas os tempos e o mundo mudaram. A engenharia mudou. Tem, eu até poderia sugerir, tornando-se muito mais filosófica. De fato, a engenharia está madura não apenas com problemas filosóficos, mas com um modo de vida filosoficamente significativo. A filosofia, por sua vez, está se tornando muito mais aberta ao pensamento e à prática da engenharia - embora não tão completa ou tão rapidamente como alguns julgam apropriado.

Por que a filosofia é importante para a engenharia? A primeira razão, eu tenho argumentado, é a autodefesa contra críticos filosóficos. A segunda razão é o interesse próprio, para ajudar a lidar com questões de contexto social e éticos dentro da prática de engenharia. Mas há também uma terceira razão pela qual a filosofia é importante para a engenharia: a engenharia está modelando uma nova filosofia de vida. Neste caso, há algum movimento de placas tectônicas. Não apenas as pontes são construídas, mas os continentes realmente começam a se sobrepor e geologicamente se alteram.

Mas assim como o movimento de placas tectônicas é imperceptivelmente lento e, portanto, difícil de perceber, assim também é esta terceira interação da engenharia e da filosofia. Está é também uma interação que é igualmente fundamenta em um maior autoconhecimento por parte de todos os participantes e pede isto.

O que a análise conceitual, a percepção reflexiva e o pensamento interdisciplinar podem contribuir para a engenharia? Fazer a pergunta dessa maneira é praticamente responde-la. A engenharia também não é caracterizada por análise conceitual, percepção reflexiva e pensamento interdisciplinar?

À medida que construímos cada vez mais o mundo, reconhecemos cada vez mais o mundo como construído. À medida que os seres humanos passaram de um mundo natural para um mundo carenado e depois um mundo tecnicamente preparado, certamente não é por acaso que as naturezas e as essências foram postas em questão, esse processo substituiu a substância, esse conhecimento é cada vez mais enquadrado pela economia e pela política, tanto quanto pela metodologia cognitiva, as questões éticas têm se movido para a frente em público, bem como discussões técnicas em um amplo espectro de atividades humanas, da medicina até computadores.

Os discursos filosóficos aplicados da bioética, da ética ambiental, da ética da computação e da engenharia são, no entanto, nada mais do que a ponta de um iceberg que se desintegra num mar de especulações metafísicas (das cosmologias científicas aos novos existencialismos de projeção de riscos, e a realidade virtual), explosões epistemológicas (sensação e percepção transumana e remota, coleta e análise de dados instrumentais automatizados, artigos de pesquisa como propaganda e campanhas promocionais para a próxima rodada de subvenções) e construções estéticas (apresentações de mídia gráfica e análise de probabilidade, apresentações de mídia gráfica e análises de probabilidade, comunicações de hipertexto, projetos de macro a micro-engenharia, sites de Internet interativos). Alimentos, moradias, transportes, comunicações, economia, arte, literatura, música, sexo estão sendo transformados por ingredientes tecnológicos. Esses refazeres são eles mesmos sujeitos contínuos de discussões teóricas exotéricas e esotéricas, debates filosóficos e disputas ideológicas.

Nosso mundo pode ser atravessado pela tecnologia, mas nossa tecnologia é, por sua vez, interpenetrada pelo diálogo filosófico. De fato, são precisamente essas transformações do mundo da vida que a filosofia pós-moderna tornou o sujeito primário de seus discursos, assim como os engenheiros criam as próprias transformações de que falam os filósofos. Mas os engenheiros permaneceram em silêncio. Precisamente por causa do seu silêncio, eles de forma paradoxal marginalizaram seus poderes - não conseguiram reconhecer a si mesmos e suas práticas como centrais à superestrutura cultural que engendram, que por sua vez os engendra. Considere um caso em questão: o Centro de Pesquisa Xerox Palo Alto (PARC). Este centro de pesquisa de engenharia, talvez mais do que o Bell Labs, é um dos verdadeiramente grandes centros de inovação da história. No final dos anos 1960 e início dos anos 70, ele inventou praticamente todos os elementos principais do que se tornou a revolução do computador pessoal: a interface gráfica, o mouse, etc. Mas seu patrocinador corporativo não conseguiu capitalizar suas inovações técnicas pioneiras [Smith e Alexander (1988) ]. A criatividade do Xerox PARC foi estimulada em parte por suas interações filosóficas com e de forma sensitiva aos desenvolvimentos culturais. Ao mesmo tempo, com base em uma interpretação razoável, não conseguiu promover essas inovações por causa de sua receptividade passiva com relação precisamente aos estímulos filosóficos da cultura.

Mark Weiser, atual tecnólogo chefe da Xerox PARC, influenciado pelas reflexões essencialmente filosóficas de Herbert Simon, Michael Polanyi, Hans Georg Gadamer e Martin Heidegger, projetou além de mainframes e computadores pessoais e a terceira onda do que ele chama de "computação ubíqua" ou "Ubicomp" de forma mais curta [12]. Com o Ubicomp, Weiser e outros engenheiros da Xerox PARC estão trabalhando para deixar os computadores se fundirem no fundo de nossas vidas, para se misturarem ao meio ambiente. Centros de inovação como o Media Lab no MIT [Brand (1987)] apresentam, no entanto, uma forte tendência apenas para absorver influências filosóficas pós-modernas, mesmo quando as exibem ou vivem.

O processo de projeto de engenharia encarna e exibe precisamente o tipo de contingente, descentrado, sem limites, e emergentes processos de ordenação que a pós-modernidade analisa, explora e celebra. Os engenheiros vivem, mas não falam pós-modernismo.

Os engenheiros são os filósofos não reconhecidos do mundo pós-moderno. O que é distintivo sobre a base material da pós-modernidade é que ela é uma materialidade projetada. A brincalhona arquitetura pós-moderna de Robert Venturi é a brincadeira de um engenheiro qualificado [Venturini (1977)]. A condição pós-moderna de auto-referência de François Lyotard imita as práticas e processos iterativos auto-referenciais do projeto de engenharia [Lyotard (1979)]. O coyote-cyborg fronteiriço de Donna Haraway não poderia existir sem a tecnologia biomédica [Haraway (1991)].

Por literalmente milhares de anos, a fabricação humana e a sua utilização dependiam do que foi dado na natureza. Sob tais condições, o artifício permaneceu inalteradamente limitado, tanto em quantidade quanto em substancialidade. Na verdade, sua falta de quantidade se refletia em uma particularidade elaborada por mão e mente, cuja beleza evidente nunca foi além da superfície. "Se uma cama fosse brotar", escreveu Aristóteles, "nenhuma cama surgiria senão um carvalho" [Física, II, 1; 193b10].

A engenharia de extração da natureza de materiais e energias ocultas, juntamente com o desenho de máquinas mentais, possibilitou a proliferação quantitativa do artifício e sua padronização coordenada. A padronização parecia privar o mundo da beleza trabalhada como um trade-off necessário para a riqueza. A padronização que os engenheiros construíram, não apenas com suas máquinas e processos industriais, mas nos bastidores através da negociação de códigos técnicos, no entanto prefigurou uma substancialidade fabricada na base de uma nova ecologia do artifício.

Com a extensão dos processos de engenharia nos níveis micro, nano, genético, molecular, atômico e até subatômico, nossos novos artefatos, quando brotam, não brotam de seus velhos aspectos privados de forma, mas em estruturas recém-informadas.

Ninguém viveu mais profundamente nesse mundo de vivos artifícios do que os engenheiros. Os engenheiros estão apenas começando a compartilhar suas vidas de design com o mundo maior por meio de análise conceitual e reflexão crítica. Trata-se de uma análise e reflexão de que o mundo filosófico, no entanto, lucraria, e ao qual eles poderiam contribuir, se apenas fizessem o esforço para começar a entrar nele.

Por que a filosofia é importante para a engenharia? Em última análise e mais profundamente é porque a engenharia é filosofia - e através da filosofia da engenharia tornar-se-á mais em si.
Os engenheiros do mundo filosofam! Você não tem nada a perder senão o seu silêncio! [13]

Departamento de Filosofia
Programa de Ciência, Tecnologia e Sociedade
Universidade Estadual da Pensilvânia
Park, PA 16802, EUA
E-mail: cxm15@psu.edu

**NOTAS**

[1] New Encyclopaedia Britannica (1995), Micropaedia vol. 4, p. 496. The McGraw- Hill Encyclopedia of Science and Technology (1997), vol. 6, p. 435, Modestamente limita e então expande essa definição quando descreve a engenharia como: "Mais simplesmente, a arte de dirigir as grandes fontes de poder na natureza para o uso e a conveniência dos seres humanos. Em sua forma moderna, envolve pessoas, dinheiro, materiais, máquinas e energia ". A redação original de Thomas Tredgold era que "a engenharia é a arte de dirigir as grandes fontes de poder na natureza para o uso e a conveniência do homem" (do projeto de Carta de Tredgold da Instituição Britânica de Engenheiros Civis, 1828).

[2] "O que chamamos de poder do homem sobre a natureza se torna um poder exercido por alguns homens sobre outros homens com a natureza como seu instrumento" [Lewis (1947), p. 35].

[3] Para narrativas mais extensas sobre as filosofias de engenharia da tecnologia citadas abaixo, e idéias relacionadas, ver Mitcham (1994), pp. 19-38. Parte deste material também pode ser encontrada em Mitcham (1989), parte um.

[4] O Technik alemão pode ser traduzido como "tecnologia" e "engenharia".

[5] O melhor estudo de Engelmeier é Gorakhov (1997).

[6] Em conversa pessoal, Delft, Holanda, 17 de abril de 1998, Dym reconheceu a importância da ética.

[7] Todas as citações dos materiais de ABET são tomadas dos originais disponíveis na Internet em http://www.abet.org. Todas as citações de materiais ABET relevantes são citadas no texto, fazendo referência a números de seção e parágrafo.

[8] Para os propósitos presentes, eu uso os termos "histórico" e "social" como os qualificadores primários, mas com o reconhecimento de que em outros contextos seria necessário traçar distinções mais cuidadosas.

[9] Embora a abertura da "caixa-preta" se tenha tornado identificada como um programa de sociólogos (às vezes historicamente orientados) da tecnologia como Bruno Latour e Wiebe Bijker, a sugestão original veio do historiador de engenharia Edwin Layton [Layton (1977), p.198]. Foi desenvolvido pela primeira vez pelo economista Nathan Rosenberg [Rosenberg (1982)] antes de ser apresentado como um programa de estudos de tecnologia [Bijker, Hughes e Pinch (1987)].

[10] Para uma explicação diferente, mas relacionada, desse imperativo ético de engenharia, ver Mitcham (1994a).

[11] O filósofo C. Thomas Rogers participou com Unger no trabalho de pesquisa em ética em engenharia, e é citado em Unger, (1994), p. 115. O filósofo Mike W. Martin é co-autor do engenheiro Roland Schinzinger, Ethics in Engineering [Martin e Schinzinger (1996)]. O filósofo Michael S. Pritchard trabalhou extensivamente com os engenheiros Charles Harris e Michael Rabins, uma colaboração refletida não apenas em seu livro Engineering Ethics: Concepts and Cases [Harris, Pritchard e Rabins (1995)], mas também uma coleção de mais de Trinta cenas de estudo de casos disponíveis em http://ethics.tamu.edu.

[12] Weiser (1991), pp. 94-95, 98-102 e 103. Mais informação está disponível em http://sandbox.xerox.com/hypertext/weiser/UbiHome.html. Veja também a receptividade filosófica evidenciada nos engenheiros Terry Winograd e Fernando Flores [Winograd e Flores (1987)].

[13] O presente argumento foi desenvolvido pela primeira vez como uma palestra pública na Technische Universiteit Delft, Países Baixos, em 16 de abril de 1998, em conjunto com um workshop internacional sobre "O giro empírico na filosofia da tecnologia". A TU Delft planeja

uma versão mais extensa publicada. Um volume de trabalho do workshop, que será editado por Peter Kroes e Anthonie Mejiers, também está programado para publicação em um futuro número de Pesquisa em Filosofia e Tecnologia.

**REFERENCIAS**


ANDERSON, R. M., PERRUCCI, R., SCHENDEL, D. E. AND TRACHTMAN, L. E. (1980), Divided Loyalties: Whistle-Blowing at BART, West Lafayette, IN, Purdue University.

BIJKER, W. E., HUGHES, T. P. and PINCH, T. (eds.) (1987), The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology, Cambridge, MA, MIT Press.

BIRSCH, D. AND FIELDER, J. H. (eds.) (1994), The Ford Pinto Case: A Study in Applied Ethics, Business, and Technology, Albany, NY, State University of New York Press.

BOISJOLY, R. (1991), "The Challenger Disaster: Moral Responsibility and the Working Engineer", in Johnson, D. G. (ed.) (1991), Ethical Issues in Engineering, Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, pp. 6-14.

BRAND, S. (1987), The Media Lab: Inventing the Future at MIT, New York, Viking. BUCCIARELLI, L. L. (1994), Designing Engineers, Cambridge, MA, MIT Press.

CURD, M. and MAY, L. (1984), Professional Responsibility for Harmful Actions, Dubuque, IW, Kendall/Hunt.

DESSAUER, F. (1927), Philosophie der Technik: Das Problem der Realisierung, Bonn, F. Cohen.

—— (1956), Streit um die Technik, Frankfurt am Main, J. Knecht. Abridged version: Freiburg; Herder, 1959.

DYM, C. (1994), Engineering Design: A Synthesis of Views, New York, Cambridge University Press.

—— (1998), "The Languages of Engineering Design: Representing Objects and Ar- ticulating Processes", paper for a workshop on "The Empirical Turn in the Phi- losophy of Technology", Technische Universiteit Delft, 16-18 April 1998.

ELLUL, J. (1954), La Technique o l'enjeu du siècle, Paris, Armand Colin.

FIELDER, J. H. and DIRSCH, D. (eds.) (1992), The DC-10 Case: A Study in Applied Ethics, Technology, and Society, Albany, NY, State University of New York Press.

FLORMAN, S. (1976), The Existential Pleasures of Engineering, New York, St. Martin's Press. (2nd ed. 1994).

—— (1981), Blaming Technology: The Irrational Search for Scapegoats, New York, St. Martin's Press.

—— (1987), The Civilized Engineer, New York, St. Martin's Press.

—— (1996) The Introspective Engineer, New York, St. Martin's Press.

FOUCAULT, M. (1980), Power/Knowledge: Selected Interviews and Other Writings, 1972-1977 (ed. and trans. Colin Gordon); New York, Pantheon Books.

GORAKHOV, V. G. (1997), Petr Kliment'evych Engel'meier: Inzhener-mekhanik i filosof tekhniki, 1855-1941 [Peter Klimentevych Engelmeier: Mechanical Engineer and Philosopher of Technology, 1855-1941], Moscow, Nauka.

GRAHAM, L. R. (1993), The Ghost of the Executed Engineer: Technology and the Fall of the Soviet Union, Cambridge, MA, Harvard University Press.

HARAWAY, D. (1991), "Manifesto for Cyborgs", in Simians, Cyborgs, and Women: The Reinvention of Nature, New York, Routledge.

HARRIS, C. E., PRITCHARD, M. S. AND RABINS, M. J. (1995), Engineering Ethics: Concepts and Cases, Belmont, CA, Wadsworth.

HEIDEGGER, M. (1954), “Die Frage nach der Technik”, in Vorträge und Aufsätze, Pfullingen, Neske, pp. 13-44.
KAPP, E. (1877), Grundlinien einer Philosophie der Technik: Zur Entstehungs-geschichte dur Cultur aus neuen Gesichtspunkten, Braunschweig, Westermann.
LAYTON, E. (1977), “Conditions of Technological Development”, in Spiegel-Rösing,
I. and de Solla Price, D. (eds.) (1977), Science, Technology and Society: A Cross-Disciplinary Perspective, Beverly Hills, Sage.
LEWIS, C.S.(1947), The Abolition of Man, New York, Macmillan.
LYOTARD, J. F. (1979), La condition postmoderne: Rapport sur le savoir, Paris, Editions de Minuit.
MARSHALL, R.D. ET AL. (1982), Investigation of the Kansas City Hyatt Regency Walkway Collapse, Washington, DC, U.S. Department of Commerce, National Bureau of Standards.
MARTIN, M. W. AND SCHINZINGER, R. (1996), Ethics in Engineering (3rd ed.), New York, McGraw-Hill.
MCGRAW-HILL ENCYCLOPEDIA OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, THE (1997), New York, McGraw-Hill, 8th ed.
MERCHANT, C. (1980), The Death of Nature: Women, Ecology, and the Scientific Revolution, San Francisco, Harper and Row.
MITCHAM, C. (1989), ¿Qué es la filosofía de la tecnología?, Barcelona, Anthropos.
—— (1994) Thinking through Technology: The Path between Engineering and Philosophy, Chicago, University of Chicago Press.
—— (1994a) “Engineering Design Research and Social Responsibility”, in Shrader- Frechette K. (1994), Ethics of Scientific Research, Lanham, MD, Rowman and Littlefield, pp. 153-196 and 221-223; reprinted in Kristin Shrader-Frechette, K. and Westra, L. (eds.) (1997), Technology and Values, Lanham, MD, Rowman and Littlefield, pp. 261-278.
MUMFORD, L. (1967-70), The Myth of the Machine, 2 vols. New York, Harcourt Brace Javonovich.
NEW ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA (1995), Chicago, Encyclopaedia Britannica, 15th ed.
PETROSKI, H. (1985), To Engineer Is Human: The Role of Failure in Successful Design, New York, St. Martin’s Press.
ROSENBERG, N. (1982), Inside the Black Box: Technology and Economics, New York, Cambridge University Press, 1982.
SCHILLINGER, G. (1984), “Man’s Enduring Technological Dilemma: Prometheus, Faust, and Other Macro-Engineers”, Technology in Society, vol. 6, no. 1, pp. 59-71.
SIMON, H. (1969), The Sciences of the Artificial, Cambridge, MA, MIT Press, 2nd ed., 1981; 3rd ed. 1996.
SMITH, D. K. and ALEXANDER, R. C. (1988), Fumbling the Future: How Xerox In- vented, the Ignored, the First Personal Computer, New York, Morrow.
SNOW, C. P. (1959), The Two Cultures and the Scientific Revolution, New York, Oxford University Press.
STAUDENMAIER, J. M. (1985), Technology’s Storytellers: Reweaving the Human Fabric, Cambridge, MA, MIT Press.
UNGER, S. H. (1994), Controlling Technology: Ethics and the Responsible Engineer, New York, John Wiley, 2nd ed.
VAUGHAN, D. (1996), The Challenger Launch Decision: Risky Technology, Culture, and Deviance at NASA, Chicago, University of Chicago Press.
VENTURI, R. (1977), Complexity and Contradiction in Architecture, New York Museum of Modern Art (2nd ed.).

VESILIND P. A. AND GUNN, A. S. (1998) Engineering, Ethics, and the Environment, New York, Cambridge University Press.
WEISER, M., (1991), “The Computer for the 21st Century”, Scientific American, vol. 265, no. 3.
WINOGRAD, T. AND FLORES, F. (1987), Understanding Computers and Cognition: A New Foundation for Design, Reading, MA, Addison-Wesley.