

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
MESTRADO EM EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

ANA PAULA DA SILVA

A MORALIDADE DOS ARTEFATOS TÉCNICOS:
reflexões sobre a Educação Tecnológica a partir da Escola Holandesa de Filosofia
da Tecnologia

Belo Horizonte

2020

ANA PAULA DA SILVA

A MORALIDADE DOS ARTEFATOS TÉCNICOS:
reflexões sobre a Educação Tecnológica a partir da Escola Holandesa de Filosofia
da Tecnologia

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Tecnológica.

Área de Concentração: Linha de pesquisa I – Ciência, tecnologia e trabalho: abordagens filosóficas, históricas e sociológicas

Orientador: Prof. Dr. Luiz Henrique de Lacerda Abrahão

Belo Horizonte

2020

Silva, Ana Paula da
S586m A moralidade dos artefatos técnicos: reflexões sobre a educação
tecnológica a partir da Escola Holandesa de Filosofia da Tecnologia / Ana
Paula da Silva. – 2020.
92 f.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação
Tecnológica.

Orientador: Luiz Henrique de Lacerda Abrahão.

Dissertação (mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica de
Minas Gerais.

1. Projetos de engenharia – Filosofia – Teses. 2. Tecnologia – Filosofia –
Teses 3. Tecnologia – Aspectos morais e éticos – Teses. 4. Ensino técnico –
Teses. 5. Escola Holandesa da Filosofia da Tecnologia – Teses. I. Abrahão,
Luiz Henrique de Lacerda. II. Centro Federal de Educação Tecnológica de
Minas Gerais. III. Título.

CDD 370.113



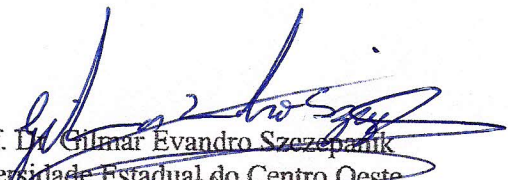
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA - PPGET
Portaria MEC nº. 1.077, de 31/08/2012, republicada no DOU em 13/09/2012

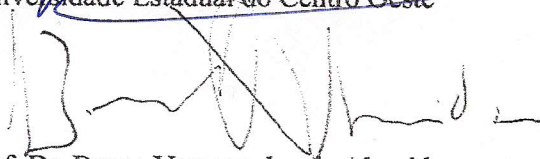
Ana Paula da Silva

**“A MORALIDADE DOS ARTEFATOS TÉCNICOS: reflexões sobre a
Educação Tecnológica a partir da Escola Holandesa de Filosofia da Tecnologia”**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG, em 27 de agosto de 2020, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Tecnológica, aprovada pela Comissão Examinadora de Defesa de Dissertação constituída pelos professores:


Prof. Dr. Luiz Henrique de Lacerda Abrahão – Orientador
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais


Prof. Dr. Gilmar Evandro Szezepanik
Universidade Estadual do Centro Oeste


Prof. Dr. Bruno Vasconcelos de Almeida
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Aos filósofos e aos não filósofos.
Aos artefatos técnicos. Definitivamente, sem vocês esta pesquisa não seria possível!

AGRADECIMENTOS

Ao finalizar este trabalho, sinto um misto de alívio e pesar... tenho a sensação de que só agora estou pronta para começá-lo...

Muitas pessoas tornaram meu caminho mais agradável e menos tortuoso. A elas agradeço:

Ao Prof. Luiz, meu orientador, por acreditar que mesmo sem ser filósofa eu teria condições de realizar este trabalho. Você vislumbrou um potencial que nem eu mesma conhecia. Obrigada pela efetiva orientação e incontáveis leituras e releituras.

Aos professores pareceristas e membros da banca examinadora pelas generosas sugestões.

Às queridas Karina Fernanda, Edna França e Marina Amorim que me estimularam a fazer o mestrado, apesar da jornada múltipla.

Aos colegas de mestrado, parceiros diários nessa caminhada. O caminho íngreme foi aplanado por vocês (lágrimas...)

Ao CEFET-MG pela calorosa acolhida.

Aos professores do Programa por me fazerem acreditar novamente que a Educação é o ÚNICO caminho.

Aos colegas da disciplina Filosofia da Tecnologia pelas tardes quentes no Campus II e por estarem 24h *on-line*, literalmente. Gratidão sempre! (risos e mais risos)

Ao CEFET-MG Divinópolis pelo estudo de caso.

Aos familiares e verdadeiros amigos, pela presença e por entenderem minhas ausências.

À Fundação João Pinheiro por autorizar uma jornada flexível e aos colegas de trabalho que me ajudaram das mais diversas formas.

“Uma das principais diferenças entre ciência e engenharia é que a engenharia não é apenas para entender melhor o mundo, mas também para mudá-lo”.

Ibo Van de Poel e Lambèr Royakkers (2011)

RESUMO

Esta pesquisa procura associar os conceitos de “moralidade”, “artefatos técnicos” e “educação tecnológica” sob a perspectiva teórica da Escola Holandesa de Filosofia da Tecnologia. Especificamente, o trabalho busca investigar aspectos nos quais essa Escola Filosófica contribui para a Educação Tecnológica. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, realizada através de pesquisa bibliográfica e da descrição de um estudo de caso do desenvolvimento de um etilômetro no Centro Federal de Educação Tecnológica de Divinópolis em Minas Gerais. Um novo capítulo na reflexão filosófica sobre os artefatos, especialmente com o programa de pesquisa “A Natureza Dual dos Artefatos” encampado pela Escola Holandesa de Filosofia da Tecnologia, surgiu no século XXI. O Programa Dual detalhou o aspecto funcional-estrutural dos artefatos e apontou como os objetos técnicos seriam, essencialmente, materializações de intencionalidades. Os filósofos holandeses questionam a neutralidade da tecnologia argumentando que a moralidade também pode estar nas “coisas” atribuindo, dessa forma, moralidade aos artefatos técnicos e desenvolvendo uma abordagem internalista aos mesmos através do desenvolvimento de um design responsável. No geral, a tese da moralidade dos artefatos defende uma conexão entre design e ética que, por sua vez, implica uma reorientação na compreensão da visão comum segundo a qual artefatos técnicos são neutros e engenheiros meros produtores de artefatos. Nesse sentido, é possível estabelecer-se um diálogo entre a Escola Holandesa de Filosofia da Tecnologia e o terreno da Educação Tecnológica.

Palavras-chave: Moralidade. Ética. Artefatos técnicos. Educação Tecnológica. Escola Holandesa de Filosofia da tecnologia. Filosofia da tecnologia.

ABSTRACT

This research means to associate the concepts of "morality", "technical artifacts" and "technological education" under the theoretical perspective of the Dutch School of Philosophy of Technology. In a particular way, the intention of this work is to investigate aspects in which this Philosophical School contributes to Technological Education. This qualitative and bibliographic research focuses on the description of a case study about the development of an alcohol meter at the Federal Center of Technological Education of Divinópolis in Minas Gerais. A new chapter in the philosophical reflexion on artifacts, especially with the research program "The Dual Nature of Artifacts" conducted by the Dutch School of Philosophy of Technology has emerged in the 21st century. The Dual Program detailed the functional-structural aspect of the artifacts and pointed to how the technical objects would be, essentially, materializations of intentionalities. The Dutch philosophers question the neutrality of technology by arguing that morality can also be in "things", thereby assigning morality to technical artifacts and developing an internalist approach to them through the development of responsible design. On the whole, the artifact morality thesis advocates a connection between design and ethics, which in turn implies a reorientation in understanding the common view that technical artifacts are neutral and engineers are mere artifact producers. Accordingly, it is possible to establish a dialogue between the Dutch School of Philosophy of Technology and the field of Technological Education.

Keywords: Morality. Ethic. Technical artifacts. Technological Education. Dutch School of Philosophy of Technology. Philosophy of technology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Relação das universidades e temáticas estudadas – Holanda – 2006 ..	36
Quadro 2 – Relação entre os aspectos modais e a natureza dual dos artefatos técnicos.....	45
Figura 1 – Montagem dos equipamentos no circuito no <i>TinkerCAD</i> – CEFET – 2018	69
Figura 2 – Programação do dispositivo no <i>TinkerCAD</i> – CEFET – 2018.....	70
Figura 3 – Logomarca no programa <i>Sketchbook</i> – CEFET – 2018	71
Figura 4 – Desenho esquemático dos componentes do projeto – CEFET – 2018....	71
Figura 5 – Manual de instruções de um etilômetro digital.....	73
Figura 6 – Frasco de medicamento com mecanismo especial de segurança	74
Figura 7 – As três fases do processo de design.....	75
Figura 8 – Os três “mundos” ontológicos da engenharia	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEFET-MG	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
CNH	Carteira Nacional de Habilitação
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DNTA	<i>Dual Nature of Technical Artefacts</i>
EHFT	Escola Holandesa de Filosofia da Tecnologia
ET	Educação Tecnológica
FT	Filosofia da Tecnologia
LCD	<i>Liquid crystal display</i>
MEC	Ministério da Educação
META	Mostra Específica de Trabalhos e Aplicações
NWO	Organização Holandesa de Pesquisa Científica
OMS	Organização Mundial de Saúde
PL	Projeto de Lei
PPGET	Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SPT	<i>Society for Philosophy and Technology</i>
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
WTMC	Escola de Pós-Graduação Holandesa de Ciência, Tecnologia e Cultura Moderna

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Justificativa	19
1.2	Metodologia	21
2	A FILOSOFIA DA TECNOLOGIA: ALGUMAS ABORDAGENS	24
2.1	Carl Mitcham e as duas tradições	24
2.2	Hans Achterhuis e a virada empírica	28
2.3	Don Ihde e a metáfora das ondas	30
2.4	Meijers e a coletivização da Filosofia da Tecnologia	31
2.5	Mitcham e a teoria dos três estágios	32
3	A ESCOLA HOLANDESA DE FILOSOFIA DA TECNOLOGIA	35
3.1	O Programa da Natureza Dual dos Artefatos	38
3.2	Teoria modal dos artefatos	41
3.2.1	Os aspectos “anteriores” da teoria modal dos artefatos	42
3.2.2	Os aspectos “posteriores” da teoria modal dos artefatos	42
4	REPENSANDO A QUESTÃO DA MORALIDADE DOS ARTEFATOS	46
4.1	A abordagem externalista e as teorias éticas tradicionais	49
4.2	A Escola Holandesa e a abordagem internalista	52
4.2.1	Neutralidade	57
4.2.2	Mediação	58
4.2.3	Intencionalidade	60
4.2.4	Liberdade	61
5	CONTRIBUIÇÕES DA ESCOLA HOLANDESA PARA A EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	62
5.1	A Educação Tecnológica	62
5.2	Acidentes de trânsito: um problema social	65
5.3	A experiência do CEFET-MG	67
5.4	Um design responsável	72
5.5	Rumo a uma educação tecnológica ética	80
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
	REFERÊNCIAS	88

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa procura associar os conceitos de “moralidade”, “artefatos técnicos¹” e “educação tecnológica” sob a perspectiva teórica da Escola Holandesa de Filosofia da Tecnologia (EHFT). Especificamente, o trabalho busca investigar aspectos nos quais essa Escola Filosófica contribui para a Educação Tecnológica (ET). O projeto de um etilômetro desenvolvido pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) da unidade da cidade de Divinópolis é usado para ilustrar a teoria da EHFT.

A discussão relacionando “moralidade” aos “produtos da técnica” é anterior à modernidade. Na sociedade da Grécia antiga, os artesãos não eram socialmente valorizados. Embora essa classe fosse socialmente marginal naquela sociedade, a questão da *téchné*² não era. A *téchné* não era inata, mas ensinável, seus produtos só existiram graças à intervenção de um técnico que possuía um conhecimento especializado como um carpinteiro ou até mesmo um médico (SCHATZBERG, 2018).

“Platão não distinguia a arte das ciências nem da filosofia, uma vez que todas elas são atividades humanas ordenadas e regradas” (CHAUÍ, 2012, p. 249). Aristóteles (1992), porém, definiu *episteme*, *phronesis* e *téchné* como três categorias de razão. Segundo ele, são três os campos do conhecimento: o teórico (*episteme*), o moral (*phronesis*) e o técnico (*téchné*). A *episteme* (ciência) lida com o reino da necessidade, com conhecimento do eterno, o que não pode ser de outra maneira. Por outro lado, *téchné* (arte) e *phronesis* (prudência) lidam com “aquelas coisas que admitem ser de outra maneira”, isto é, o reino da contingência.

Aristóteles, no livro VI da *Ética a Nicômaco*, fez duas distinções cruciais que moldaram profundamente o pensamento ocidental (SCHATZBERG, 2018).

¹ Em conformidade com o referencial teórico adotado, Escola Holandesa de Filosofia da Tecnologia, o termo usado em todo trabalho será “artefato técnico”.

² A palavra arte vem do latim *ars* e corresponde ao termo grego *téchné*, significando “toda atividade humana submetida a regras com vista à fabricação de alguma coisa”. Em latim, *artesão*, *artífice* ou *artista* se diz *artiflex*, “o que faz com arte”, e também *opificis*, “o que exerce um ofício”; e o resultado de sua ação se diz *opus* (no singular) e *opera* (no plural), isto é, “obra” em português. A arte ou técnica era, portanto, uma atividade regrada com vista à produção de uma obra. Em sentido amplo, *ars* ou *téchné* significava “habilidade e agilidade para inventar meios para vencer uma dificuldade ou um obstáculo posto pela natureza”. Em sentido estrito, significava “o aprendizado e a prática de um ofício que possui regras, procedimentos e instrumentos próprios”. *Ars* ou *téchné* era um saber prático. Por isso, a arte ou técnica se definia por oposição ao que acontece por acaso, ao que é espontâneo ou não deliberado e ao que é natural (CHAUÍ, 2012, p. 249).

A primeira foi entre ciência (*episteme*) e técnica (*téchné*): a ciência é um saber teórico que se refere ao necessário, enquanto a técnica é um saber prático que opera no campo do contingente ou do possível. Porém, a divisão de Aristóteles entre *episteme* e *téchné* foi além da hierarquia: implicava uma separação completa entre os dois tipos de conhecimento, o teórico e o prático. Essa hierarquia de conhecimento foi adequada aos valores aristocráticos da época (SCHATZBERG, 2018).

Episteme era desprovida de *téchné*, porque lidava com coisas que surgem por necessidade, por natureza própria. Na visão de mundo de Aristóteles, então, *episteme* e *téchné* eram completamente separadas, aquela trata do natural e esta do artificial. Aristóteles não estava argumentando que *téchné* não tinha razão (*logos*), mas sim que *téchné* dizia respeito a um assunto completamente diferente da *episteme*.

A segunda distinção, com implicações profundas, ocorre dentro da própria prática: entre ação (*práxis*) e fabricação (*poiesis*). Na ação, o agente, o ato que ele realiza e a finalidade buscada são a mesma coisa. A fabricação, por sua vez, estabelece diferenças entre a atividade humana, a ação e a finalidade (CHAUÍ, 2012).

Ao distinguir essas duas formas de razão, separando os meios dos fins, Aristóteles excluiu todo o conteúdo ético do processo de se fazer. A virtude moral implicava uma liberdade de ação que pressupunha certo grau de riqueza e posição social. A atividade produtiva não poderia fornecer um caminho para a virtude moral do técnico, independentemente da importância de sua atividade (SCHATZBERG, 2018).

Aristóteles estabeleceu assim uma hierarquia de conhecimento fortemente ligada à classe social. No topo havia *episteme*, conhecimento do eterno e necessário, seguido pela *phronesis*, o conhecimento de como agir bem em circunstâncias específicas e, abaixo a *téchné*, conhecimento que tem um fim fora de si mesmo. [...] Em outras palavras, a atividade produtiva não poderia fornecer um caminho para a virtude moral do técnico, qualquer que fosse a excelência técnica do produto (SCHATZBERG, 2018, p. 22, 24, tradução da autora³).

³ A bibliografia usada na dissertação foi publicada predominantemente em inglês, parte traduzida do holandês. A fim de tornar a leitura mais fluente, as citações serão traduzidas para o português pela própria autora.

Na Grécia antiga, portanto, a *téchné* não tinha virtude moral. Schatzberg (2018) discorre detalhadamente a respeito da tensão que a divisão do trabalho no decorrer dos séculos provocou entre estudiosos e técnicos, entre a mente e a mão. A habilidade intelectual foi valorizada em detrimento da habilidade manual. Esse preconceito persistiu ao longo dos séculos levando a duas abordagens fundamentais da tecnologia: a abordagem cultural e a abordagem instrumental.

Mais do que clareza intelectual está em jogo aqui. A tensão entre o entendimento instrumental e cultural da tecnologia tem implicações concretas para o papel da tecnologia na modernidade tardia. Mais fundamentalmente, o conceito instrumental de tecnologia apaga o papel da agência humana. Ele se concentra mais na inovação do que no uso, tratando as tecnologias reais como objetos naturais, despidos de criatividade e o ofício, subordinado ao conhecimento científico, meros meios para fins. Quando a visão instrumental concede um papel à agência humana, restringe esta agência a uma elite técnica restrita ou ao raro gênio inventivo. Por outro lado, o conceito cultural de tecnologia é centrado no ser humano, enfatiza mais o uso do que a novidade. Ele vê a tecnologia como uma peça criativa e uma prática humana carregada de valor, uma prática que depende irredutivelmente de habilidades artesanais bem como conhecimento formal. Nessa visão, todos os humanos são os legítimos herdeiros da tecnologia, não apenas aqueles das elites técnicas (SCHATZBERG, 2018, p.4-5, tradução da autora).

O século XX conheceu novos significados de tecnologia: tecnologia como artes industriais, tecnologia como ciência aplicada e tecnologia como técnica. Até os dias atuais, existe grande confusão em relação ao conceito de tecnologia. Para o historiador Schatzberg (2018), somente através de um conceito humanístico de tecnologia é possível entender as escolhas humanas complexas incorporadas no mundo moderno.

Na modernidade, esse preconceito permaneceu com humanistas considerando a tecnologia como uma ameaça enquanto os cientistas naturais valorizaram as aplicações práticas (SCHATZBERG, 2018).

A tecnologia moderna portanto, também pode ser tratada como um fenômeno sem normatividade própria, separado da responsabilidade humana. Nesse caso, uma reflexão ética viria de fora do artefato. A tecnologia é, portanto, neutra, podendo ser usada para o bem ou para o mal.

Provavelmente a definição mais óbvia de tecnologia é como ferramentas e máquinas. [...] A abordagem com base nas ferramentas tende a fazer a tecnologia parecer neutra. Ela não é boa nem má. Ela pode ser usada, mal usada ou recusada. O martelo pode ser usado para pregar um prego ou esmagar um crânio. O usuário da ferramenta está fora dela (como no caso das ferramentas do carpinteiro) e a controla (VAL DUSEK, 2009, p. 47, 53).

Alguns autores, porém, foram além da neutralidade da tecnologia. Hans Jonas (1979), por sua vez, trouxe à tona a questão da responsabilidade em sua obra *O princípio responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica*, porém sua obra não trata dos artefatos. Ele trata da busca de uma ética para a civilização tecnológica, tema central para a sobrevivência física e espiritual da humanidade.

Seguindo o filósofo Hans Jonas, Schuurman utiliza o conceito de “responsabilidade”. Como seres humanos, sempre temos de ser capazes de prestar contas da nossa atividade tecnológica. Para muitos, isso significaria principalmente prestação de contas em relação aos seres humanos, por exemplo, em relação ao governo ou aos clientes. Para Schuurman, no entanto, isso também significa prestar contas a Deus. [...] Acima argumentamos que a existência humana tem um caráter responsivo. Seres humanos querem tornar sua existência tão significativa quanto possível e prestar contas dos seus atos. A ciência e a tecnologia podem ser meios para a descoberta desse significado (VERKERK *et al.*, 2018, p. 321).

Já Langdon Winner (1986⁴) investigou os aspectos políticos dos artefatos. Segundo Winner, apesar de nem sempre serem projetados com intenção política, os artefatos materiais ou imateriais carregam valores invisíveis. Nessa obra, a cidade é vista como um grande artefato uma vez que é substancialmente modificada pela ação humana. Seu texto abre possibilidades de novas análises, apesar de não tratar diretamente da moralidade. Nesse trabalho, a tese da neutralidade é questionada ao se explicitar os aspectos políticos inerentes aos artefatos.

Nas controvérsias sobre tecnologia e sociedade, nenhuma ideia se mostra mais provocativa do que a noção de que coisas técnicas possuem qualidades políticas. O que está em questão é a afirmação de que as máquinas, as estruturas e os sistemas da cultura material moderna podem ser apreciados com precisão não apenas por suas contribuições em termos de eficiência e produtividade, bem como seus efeitos ambientais secundários negativos ou positivos, mas também pelas maneiras nas quais eles podem incorporar formas específicas de poder e autoridade (WINNER, 2017, p.195).

⁴ Traduzido para o português em 2017. Ver WINNER, 2017.

Feenberg defende uma posição não determinista alegando ser possível resistir ao poder da tecnologia. Essa é ambivalente podendo ser instrumentalizada em função de diferentes projetos políticos.

A tecnologia não é um mero instrumento neutro, argumenta o autor, pois ela encarna valores antidemocráticos provenientes da sua vinculação com o capitalismo e manifestos numa cultura de administradores (*managers*), que enxerga o mundo em termos de controle, eficiência (medida pelo proveito alcançado) e recursos (FEENBERG *apud* CUPANI, 2017, p. 160).

Conforme Mitcham (1994, p. 4), as questões éticas são as características mais importantes da filosofia contemporânea da tecnologia. Muitos artefatos foram reconhecidamente benéficos para a humanidade como as vacinas, os equipamentos agrícolas e os medicamentos, porém, a tecnologia também produziu a guerra, a destruição, os acidentes ambientais e a perda da privacidade.

A necessidade de pensar em tecnologia é, no entanto, cada vez mais evidente. De fato, a complexidade inerente e a eficácia prática das tecnologias modernas suscitam diversos tipos de pensamento - científico e técnico, é claro, mas também econômico, psicológico, político e assim por diante (MITCHAM, 1994, p. 1, tradução da autora).

O lançamento das bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki, em 1945, é considerado um marco nas reflexões éticas sobre a tecnologia. Passando por eventos como o primeiro computador (1946); os primeiros transplantes (1950); o projeto genoma (1953); a corrida espacial do período da Guerra Fria; a viagem do humano à Lua (1969); o desenvolvimento biomédico e os inúmeros acidentes ambientais.

Os esforços para integrar a discussão filosófica geral da tecnologia e questões morais específicas foram singularmente limitados. É notável, por exemplo, que nenhum dos textos padrão em ética em engenharia contenha qualquer análise séria do processo de engenharia como tal. A ausência de análises teóricas da tecnologia é apenas um pouco menos pronunciada em outros campos da ética aplicada (MITCHAM, 1994, p. 7).

Percebe-se na história da Filosofia da Tecnologia que, comumente, a ética na tecnologia era inicialmente associada com a prevenção de riscos, segurança e consequências negativas.

Nos bastidores de praticamente todos os estudos de ciência e tecnologia, há uma inquietação em relação à crença popular na probidade moral e na clareza não qualificadas do projeto tecnológico moderno. Essa inquietação foi nutrida não apenas pela reflexão filosófica, mas também pela experiência comum dos cidadãos de sociedades tecnológicas ao longo das últimas quatro décadas, que tem sido forçados a abordar questões éticas associadas a armas nucleares e usinas de energia, a evolução da informação tecnológica de telégrafos a computadores, tecnologias biomédicas, exploração espacial, desastres tecnológicos e poluição ambiental (MITCHAM, 1994, p. 1-2, tradução da autora).

Ferré (1995⁵) também ressalta a relevância das questões éticas na tecnologia moderna. Ele trata da automação (tecnologia no local de trabalho); computadores (tecnologia e inteligência eletrônica); energia nuclear (tecnologia em paz e guerra); desenvolvimento (tecnologia e terceiro mundo) e engenharia genética (tecnologia e vida artificial).

A EHFT, por sua vez, traz uma nova abordagem na discussão entre “moralidade” e “produtos da técnica”. Os filósofos holandeses também questionam a tese da neutralidade, porém ampliam sua discussão. Primeiramente, eles trazem um conceito dual de “artefatos técnicos”.

Um novo capítulo na reflexão filosófica sobre os artefatos, especialmente com o programa de pesquisa “A Natureza Dual dos Artefatos” encampado pela Escola Holandesa de Filosofia da Tecnologia surgiu no século XXI.

O Programa Dual detalhou o aspecto funcional-estrutural dos artefatos e apontou como os objetos técnicos seriam, essencialmente, materializações de intencionalidades.

Para Vermaas *et al.* (2011), o conhecimento tecnológico é orientado por artefatos técnicos que se diferem de objetos físicos e objetos sociais. Kroes (2002, p. 294, tradução da autora) afirma que

[...] artefatos técnicos são objetos com uma função técnica e uma estrutura física conscientemente projetada, produzida e usada por seres humanos para realizar sua função. Em resumo, um artefato técnico é um objeto físico com uma função.

Ao serem fruto da ação humana, os artefatos possuem funções e planos de usos que representam objetivos das ações humanas. Essas não podem ser consideradas neutras, carregam valores, sempre serão moralmente relevantes.

⁵ Original de 1988.

Em segundo lugar, os filósofos holandeses questionam a neutralidade⁶ da tecnologia argumentando que a moralidade também pode estar nas “coisas” atribuindo, dessa forma, moralidade aos artefatos técnicos e desenvolvendo uma abordagem internalista aos mesmos através do desenvolvimento de um design responsável.

A não neutralidade da tecnologia tem sido uma questão central na filosofia da tecnologia. A maior parte dos estudiosos da área concorda que as tecnologias ativamente contribuem para moldar tanto a cultura como a sociedade (VERBEEK, 2008, p. 91, tradução da autora).

Para Verbeek (2008), um agente moral pressupõe intencionalidade e liberdade, prerrogativas comumente humanas. Porém, ele salienta que é possível atribuir alguma moralidade aos artefatos técnicos.

A ética da engenharia concentra-se, primordialmente, nas decisões morais e nas responsabilidades dos projetistas, permanecendo excessivamente alheia ao significado moral das tecnologias elas mesmas. Contudo, análises a respeito da não neutralidade da tecnologia tornam plausível atribuir alguma moralidade aos artefatos (VERBEEK, 2008, p. 91, tradução da autora).

Nessa direção, abriu-se como campo de reflexão a questão atinente às dimensões morais dos artefatos. Tal discussão sobre a moralidade dos artefatos (ou “ética das coisas”) foi levada a um novo patamar com o trabalho *Moralizing technology: understanding and designing the morality of things* (2011) de Peter-Paul Verbeek.

Verbeek (2008, 2011) se fundamenta principalmente em quatro autores para formular sua tese da “moralidade das coisas”: Bruno Latour, Don Ihde, Landon Winner e Michel Foucault, conforme seção 4.2.

No geral, a tese da moralidade dos artefatos defende uma conexão entre design e ética que, por sua vez, implica uma reorientação na compreensão da visão comum segundo a qual artefatos técnicos são neutros e engenheiros meros produtores de artefatos. Nesse sentido, é possível estabelecermos um diálogo entre a EHFT e o terreno da ET.

⁶ Ver: LAWSON, Clive. Marx, Heidegger and technological neutrality. In: LAWSON, Clive. **Technology and isolation**. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. cap. 11, p. 177-201. Ver também: FRANSSEN, Maarten; LOKHORST, Gert-Jan; VAN DE POEL, Ibo. Philosophy of Technology. In: ZALTA, Edward N. (ed.). **The Stanford encyclopedia of philosophy**. Palo Alto, CA: Stanford University, Fall 2018. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/entries/technology/>. Acesso em: 23 out. 2020.

Nessa tese, o design exerce um papel crucial. Durante o processo de design, os artefatos técnicos ganham a forma concreta. Por serem alvo de uma ação humana proposital, eles possuem função prática, finalidade e responsabilidade não podendo ser considerados isolados de seu manual de uso.

Na literatura de engenharia, o design técnico é caracterizado como uma atividade na qual engenheiros descrevem um objeto físico que é capaz de cumprir efetiva e eficientemente uma função técnica (VERMAAS *et al*, 2011, p. 21, tradução da autora).

Quando perguntado por que ensinar ética para estudantes de engenharia, o holandês Van de Poel (2014) respondeu que a principal razão é que, em sua prática posterior como engenheiros, eles seriam confrontados com dilemas éticos. O autor argumenta também que as questões nem sempre têm uma resposta correta e que é importante pensar sobre valores e teorias éticas. Profissionais sofrem pressão para resolver problemas, sem tempo para pensar. O pesquisador ressalta ainda a importância das situações práticas e de se conectar teoria e prática em equipes multidisciplinares.

A principal razão é que na sua prática posterior quando eles forem engenheiros, eles serão confrontados com dilemas éticos. Eles terão preocupações, por exemplo, sobre a segurança dos carros, sustentabilidade ou justiça. A principal razão do ensino da ética é preparar os alunos para ver essas questões e lidar com elas quando se tornarem engenheiros (VAN DE POEL, 2014, p. 213, tradução da autora).

Uma educação permeada de valores éticos é essencial no desenvolvimento de um design de artefatos técnicos responsável. Nesse sentido, é possível estabelecer um diálogo entre a Escola Holandesa de Filosofia da Tecnologia e o terreno da Educação Tecnológica a partir de autores holandeses.

Neste trabalho, adotou-se como base a conceituação de Educação Tecnológica de Grispun (1999). O conceito de Educação Tecnológica empregado certamente não é aquele voltado apenas para o ensino técnico-profissional, mas da educação de forma mais geral, buscando atingir todos os que vivem nas sociedades tecnologizadas, uma educação que deve estar presente em todos os níveis de ensino. Esse conceito de ET visa, dessa forma, guiar o desenvolvimento tecnológico e não simplesmente a tecnologia como uma série de recursos e procedimentos que auxiliam o processo pedagógico. A Educação Tecnológica possui, naturalmente,

uma dimensão multidisciplinar e interdisciplinar. A participação ativa dos educandos nos ambientes técnicos é fundamental.

A dimensão interdisciplinar – em termos de unir educação e tecnologia – tem como objetivo não dividir os saberes nem hierarquizá-los, mas sim trabalhar como um todo capaz de integrar uma rede – conhecimento, razão e emoção em benefício de um desenvolvimento pessoal e social do homem. A dimensão transdisciplinar responde, também, pelo que devemos e podemos fazer com os conhecimentos adquiridos sistematicamente na Escola, numa perspectiva além do currículo estabelecido (GRINSPUN, 1999, p. 36).

Na elaboração da dissertação, o primeiro tópico fez uma contextualização do tema apresentando os objetivos e a pergunta central cuja resposta foi buscada na pesquisa. Na sequência, será apresentada a justificativa. As questões de método aparecem logo após antecedendo aos tópicos que delineiam o referencial teórico da Filosofia da Tecnologia, da Escola Holandesa de Filosofia da Tecnologia, do Programa da Natureza Dual e Modal dos Artefatos Técnicos. Em seguida, um capítulo para se repensar a Questão da Moralidade dos Artefatos. Finalmente, as considerações finais que são seguidas pelas referências utilizadas na elaboração do texto.

1.1 Justificativa

Ressalta-se que foi feita criteriosa busca por produtos acadêmicos (artigos, dissertações, teses, livros e outros) com abordagens correlatas ao tema da pesquisa. As palavras-chave utilizadas nas buscas foram as presentes no referencial teórico da Escola Holandesa. Concluiu-se que a pesquisa se mostrava relevante para propiciar o aprofundamento de pesquisas em Filosofia da Tecnologia em Língua Portuguesa, principalmente no Brasil.

Primeiramente, buscou-se no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) do Ministério da Educação (MEC), no qual está também o Banco de Teses e Dissertações. Nessa etapa, a pesquisa foi realizada tendo como referência as palavras-chave “moralidade” e “artefatos” e o operador booleano *AND*. O período pesquisado foi de 2008 a 2018 e o idioma, o português. A primeira forma de verificação foi a presença das duas palavras em qualquer campo. 51 resultados foram encontrados entre artigos e livros. Nenhuma dissertação ou tese foi encontrada. Em seguida, pela leitura dos títulos e

resumos, procuraram-se evidências que pudessem relacionar tais trabalhos ao tema de estudo proposto, mas em nenhum deles existia a relação direta entre os conceitos de moralidade e artefatos. Em seguida, foi feita a busca das mesmas palavras no título e no assunto. Nenhum resultado foi encontrado.

Já no motor de buscas da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), a busca foi feita utilizando-se das seguintes associações de palavras-chave: “moralidade” + “artefatos”. O período pesquisado foi de 2008 a 2018 e o idioma, o português. A primeira forma de verificação foi a presença das duas palavras em qualquer campo. Foram encontrados 66 resultados. Em seguida, foi feita a busca das mesmas palavras no título. Nenhum resultado foi encontrado. Logo após, a pesquisa foi repetida tendo como foco o assunto. Nenhum resultado foi encontrado. Finalmente, a mesma busca foi realizada nos resumos e 56 resultados foram encontrados. Vale destacar que, através da leitura dos resumos, procuraram-se evidências que pudessem relacionar tais dissertações e teses ao tema de estudo proposto. Constatou-se que nenhuma delas aborda diretamente a relação da “moralidade” com o conceito de “artefatos” como proposto neste projeto nem tampouco se utiliza do referencial teórico sugerido⁷.

No terceiro momento, considerando que constitui finalidade do Programa de Mestrado em Educação Tecnológica contribuir para o desenvolvimento da Educação Tecnológica, através da formação de profissionais e realização de estudos e pesquisas nessa área, pesquisou-se na listagem da Secretaria Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica (PPGET) feita a partir das atas de defesa de dissertações. Foi feito levantamento no universo das 342 dissertações já defendidas desde a criação do Programa em 2005 até final de agosto de 2018.

Especificamente nessa análise, verificou-se, pelo título das 342 dissertações, a presença ou não das palavras-chave: “filosofia da tecnologia”, “moralidade”, “artefatos” e “ética”.

Através das buscas, foi verificado que, entre 2005 e o mês de agosto de 2018, nenhuma dissertação sobre “A moralidade dos artefatos” foi defendida.

⁷ A pesquisa nos dois portais foi realizada no dia 1 de novembro de 2018. Ressalta-se que os resultados encontrados podem sofrer variações ao realizar a pesquisa em outra data devido à inserção ou exclusão de documentos no respectivo acervo.

Destaca-se que, através da busca nos títulos, encontrou-se apenas uma dissertação defendida em 2005 que trata do ensino da disciplina “ética” e uma defendida em 2018 que trata da “ética e do princípio responsabilidade”.

Porém, dentre todas as dissertações pesquisadas, nenhuma aborda diretamente a relação da “moralidade” com o conceito “artefatos técnicos” e “educação tecnológica”. Não havia nenhum trabalho do Programa que, até aquele momento, tenha tido a EHFT como referencial teórico.

É nesse sentido que se justificou a realização desta dissertação: trata-se de uma questão relevante, contemporânea e sobre a qual não existiam estudos disponíveis no Brasil.

1.2 Metodologia

Em virtude do referencial teórico e do problema de pesquisa, optou-se pelo presente percurso metodológico. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, realizada por meio de pesquisa bibliográfica e da descrição de um estudo de caso. A trajetória metodológica desta pesquisa pode ser dividida em duas etapas que se complementam e, em alguns casos, ocorreram concomitantemente.

A primeira etapa da pesquisa foi bibliográfica com objetivo exploratório através de livros, artigos, dissertações, teses e mídias diversas. Levando-se em conta o problema de estudo, a metodologia desta etapa da pesquisa possui caráter teórico que não visa controlar o contexto da pesquisa, mas a totalidade. A pesquisa teórica enfatiza o subjetivo como meio de compreender e interpretar as experiências. Para Demo (1995), pesquisas dessa natureza caracterizam-se pelos estudos de teorias e princípios, pela formulação de quadros de referência e pelo aprimoramento de conceitos. O plano teórico não é estanque e sua relação com o plano da experiência será fundamental para a realização das reflexões pretendidas.

Conforme Gil (2010), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em registros de informação, principalmente livros e artigos científicos. O estudo bibliográfico propiciou tanto um aprofundamento teórico quanto a análise do estudo de caso. Isso ocorreu por meio da relação entre os conceitos de artefatos, moral, ética, responsabilidade, risco e educação tecnológica.

A segunda etapa da pesquisa foi a descrição de um estudo de caso concreto do CEFET-MG em Divinópolis. Essa metodologia permite investigar um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real.

O estudo de caso é uma modalidade de pesquisa amplamente utilizada nas ciências biomédicas e sociais. Consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerados (GIL, 2010, p. 37).

Um grupo de alunos do ensino médio do curso de Mecatrônica desenvolveu um projeto de etilômetro⁸ acoplado ao carro que tem a função de impedir a partida do veículo caso o motorista tenha ingerido um teor de álcool elevado. O trabalho cujo título foi “Desenvolvimento de um bafômetro controlado por um arduino” conquistou o 1º lugar na categoria Ciência e Inovação Tecnológica e 1º lugar geral da 28ª Mostra Específica de Trabalhos e Aplicações (META) realizada no campus (CEFET, 2018c).

O estudo de caso irá descrever o projeto vencedor da META desde a fase do design passando pelo protótipo. Já o estudo bibliográfico será a fundamentação teórica para embasar, analisar e, se necessário, criticar a prática.

A reflexão teórica pode realmente ajudar a acentuar nossa intuição prática e, se necessário, criticá-la, mas não há regras e princípios morais independentes os quais devemos primeiramente encontrar por meio de reflexão teórica e, posteriormente, aplicar em um contexto específico (VERKERK *et al*, 2018, p. 338).

A abordagem da Escola Holandesa, adotada nesta metodologia, faz parte do terceiro estágio da Filosofia da Tecnologia (MITCHAM, 2018) que se caracteriza pela virada empírica.

A expressão “virada empírica” é utilizada de várias maneiras. Anteriormente, na história da filosofia, as pessoas também falavam de uma virada empírica, notadamente na filosofia da ciência [...]. Isso implicava que as pessoas começaram a utilizar estudos empíricos, especialmente sociológicos e históricos. A “virada” levou o conhecimento científico a não ser mais considerado como algo fluindo diretamente das observações, mas como algo que era determinado particularmente por atores sociais (VERKERK *et al*, 2018, p. 38).

⁸ Aparelho que mede o grau de álcool etílico no sangue de alguém, pela análise do ar expelido pelo condutor, usado especialmente na fiscalização de trânsito; bafômetro, alcoolímetro. Fonte: DICIONÁRIO ONLINE DE PORTUGUÊS. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/etilometro/>. Acesso em: 18 fev. 2020.

Para Verkerk *et al* (2018) isso se caracteriza pela prática como primazia (virada à prática), uma vez que se presume que a experiência prática precede o pensamento teórico. Isso é diametralmente oposto à visão usual da ética como base teórica para boas decisões.

Declaramos enfaticamente que a prática precede a teoria e que a reflexão teórica constitui sempre uma abstração da prática. [...] Dois princípios básicos que podem dar aos engenheiros e gestores um modo de abordar as atividades que estão desenvolvendo na sociedade: o primeiro diz respeito ao modo como as normas são objetivadas na estrutura tecnológica; o segundo ao modo o qual o sujeito agente tem sido tomado e mantido em contextos e práticas qualificadas normativamente (VERKERK *et al*, 2018, p. 346).

Finalmente, houve uma reflexão analítica sobre o caso relacionando-o com a teoria demonstrando como a Filosofia da Tecnologia pode contribuir para a Educação Tecnológica e como a engenharia moderna é uma chave para o seu entendimento.

Na seção seguinte, quatro pensadores (Carl Mitcham, Hans Achterhuis, Don Ihde e Meijers) descrevem de diferentes formas o percurso da Filosofia da Tecnologia que foi a base para o surgimento da EHFT no século XXI.

2 A FILOSOFIA DA TECNOLOGIA: ALGUMAS ABORDAGENS

Embora não faltem antecedentes no século XIX e na primeira metade do XX, o desenvolvimento institucional da Filosofia da Tecnologia (incluindo revistas e congressos específicos) data das últimas décadas do século XX (CUPANI, 2017).

A Filosofia da Ciência e a Filosofia da Tecnologia (FT) tomaram caminhos distintos e “perseguraram algumas vezes perguntas diferentes” (IHDE, 2004, tradução da autora).

Inicialmente, as publicações sobre a Filosofia da Tecnologia começaram na Alemanha e França com pesquisadores individuais como resposta à Revolução Industrial do século XIX. Após a Segunda Guerra Mundial, os impactos humanos, sociais e ambientais foram tão profundos que o lugar da técnica passou a ser de destaque na Ciência e Tecnologia com o aumento do pessimismo e das preocupações éticas. Os anos 60 foram marcados por contestação profunda expressa em movimentos como o *hippie*, o ecológico e o de contracultura. A década de 70 assistiu ao ápice da Guerra Fria, enquanto nos anos 80 se consolidou o campo do conhecimento da FT (MITCHAM, 1994).

O percurso da Filosofia da Tecnologia pode ser descrito de diversas formas. A seguir, a visão de quatro pensadores renomados que contribuíram para a formação dos filósofos que hoje constituem a Escola Holandesa de Filosofia da Tecnologia.

2.1 Carl Mitcham e as duas tradições

O norte americano Carl Mitcham nascido em 1941 é considerado uma referência na estruturação da história da Filosofia da Tecnologia. Ele também é professor e editor de séries de livros sobre Filosofia da Tecnologia (*Philosophy and Technology* e *Encyclopaedia of Science, Technology and Ethics*).

A principal contribuição historiográfica de Mitcham (1994) pode ser denominada “as duas tradições principais na Filosofia da Tecnologia”. Ele divide os autores em engenheiros e humanistas.

Os engenheiros (autores de formação científica ou tecnológica) seriam mais otimistas enquanto os humanistas (filósofos ou escritores de cultura clássica) teriam uma visão mais crítica e pessimista da tecnologia. O autor demonstra que há dois tipos de FT: uma praticada pelos “engenheiros” que tentam de dentro

esclarecer o que deveríamos entender por tecnologia e outra que observa as consequências da tecnologia como que a partir de fora praticada por aqueles sem formação tecnológica.

A **filosofia da engenharia** realiza uma análise da natureza da própria tecnologia – seus conceitos, procedimentos metodológicos, estruturas cognitivas e manifestações objetivas. Isso passa a explicar o mundo em termos predominantemente tecnológicos e deve ser razoavelmente dito para aumentar ou ampliar a conscientização tecnológica.

A **filosofia da tecnologia das humanidades** ou hermenêutica, como também foi chamada, busca penetrar no sentido da tecnologia, seus vínculos com o humano e o extra-humano: arte, literatura, ética, política e religião. Ela busca reforçar o conhecimento dos aspectos não tecnológicos (MITCHAM, 1994, p. 82, tradução e grifos da autora).

No grupo dos engenheiros, Mitcham cita Ernst Kapp, Engelmeier, Friedrich Dessauer e outros. No lado dos humanistas, Mitcham menciona pensadores como Lewis Mumford, José Ortega y Gasset, Martin Heidegger e Jacques Ellul.

Kapp, originalmente filósofo, foi quem cunhou a expressão “Filosofia da tecnologia” em 1877 no livro *Grundlinien einer Philosophie der Technik* (Princípios básicos de uma Filosofia da Técnica). Ele emigrou da Alemanha para o centro do Texas onde levou uma vida ligada aos instrumentos e às máquinas.

Kapp emigrou para os assentamentos alemães pioneiros do centro do Texas e simplesmente mudou sua ênfase da colonização interna para a externa. Como escrevi para um amigo na época, “mudando o conforto para a tarefa, a conhecida caneta para a pá desconhecida”, tento ser, como proprietário de terras e inventor (citando Faust de Goethe), um homem livre em uma terra livre. Como tal, durante as próximas duas décadas, ele levou uma vida intimamente ligada a instrumentos e máquinas (MITCHAM, 1994, p. 29, tradução da autora).

Posteriormente, retornou à Alemanha. Como não pôde retornar à América em virtude de problemas de saúde, acabou permanecendo na Alemanha onde retomou a vida acadêmica e desenvolveu uma visão original da tecnologia como uma extensão complexa das faculdades e atividades humanas.

Após a Guerra Civil, Kapp (que se opunha à escravidão, embora um de seus filhos lutasse ao lado da Confederação), voltou para visitar a Alemanha. Mas a viagem marítima afetou tanto sua saúde que seu médico o aconselhou a não se arriscar na sua idade para fazer a

viagem de volta. Dessa forma, ele voltou ao mundo acadêmico (MITCHAM, 1994, p. 29, tradução da autora).

Nesse livro de 1877, Kapp fez uma série de analogias como: a rede ferroviária e o sistema circulatório; o telégrafo e o sistema nervoso. A tecnologia seria uma extensão do corpo humano como as lentes para os olhos; o machado para o braço e a faca para as mãos. Segundo Kapp,

[...] a relação intrínseca estabelecida entre os instrumentos e os órgãos, uma relação que deve ser descoberta e enfatizada - embora seja mais uma descoberta inconsciente do que uma invenção consciente - é que, nos instrumentos, o humano se reproduz continuamente para si mesmo. Como o fator de controle é o órgão cuja utilidade e poder devem ser aumentados, a forma apropriada de um instrumento só pode ser derivada desse órgão. A riqueza das criações espirituais, então, brota da mão, braço e dentes. Um dedo dobrado se torna um gancho, a cavidade da mão em um prato; e na espada, a lança, a pá, o ancinho, o arado e a laya são observadas diversas posições do braço, mão e dedos, cuja adaptação à caça, à pesca, à jardinagem e às ferramentas de fazenda são facilmente visíveis (KAPP, 1877, p.44-45 *apud* MITCHAM, 1994, p.30, tradução da autora).

O russo Peter K. Engelmeier (1855-1941) foi um dos primeiros engenheiros a publicar artigos sobre Filosofia da Tecnologia. Ele se formou no Colégio Técnico Imperial de Moscou em 1881 como engenheiro mecânico. Logo após, tornou-se engenheiro internacional trabalhando, consultando e estudando na Rússia, Alemanha e França. Ele usou pela primeira vez a expressão "filosofia da tecnologia" em um jornal alemão em 1894 o que foi seguido por diversas publicações sobre o tema. Para ele, a tecnologia era a mola do desenvolvimento humano, apesar de que seu próprio conceito precisasse ser mais bem definido. Com a fundação da Associação Universal de Engenheiros (YAI abreviada em russo) na União Soviética em 1917, Engelmeier tornou-se um entusiasta da tecnocracia, movimento segundo o qual as empresas e a sociedade deveriam ser gerenciadas de acordo com princípios tecnológicos.

Outro alemão, Friedrich Dessauer (1881-1963) publicou alguns livros sobre a tecnologia já alertando para perigos que seu uso indiscriminado poderia trazer para a sociedade. Ele foi o inventor da terapia de raios-x de penetração profunda.

As guerras mundiais do século XX e o desenvolvimento de novas tecnologias mudaram o contexto histórico. Nos anos 1950 e 1960, surgiram filósofos

em geral mais críticos em relação à tecnologia devido a seus efeitos desastrosos no meio ambiente e nas guerras. Os humanistas geralmente eram pensadores que escreviam sobre tecnologia, mas não tinham formação em engenharia.

Após a Segunda Guerra Mundial, a filosofia da tecnologia ligada à genética entrou em um período de crescimento sustentado e sistemático. Na Alemanha, os primeiros desenvolvimentos organizacionais formais ocorreram dentro da *Verein Deutscher Ingenieure* (VDI ou Sociedade dos engenheiros alemães), que no início dos anos cinquenta realizou uma série de palestras sobre tópicos relacionados à filosofia da tecnologia. Em 1956, durante seu centenário, a VDI estabeleceu o grupo do estudo especial «Mensch und Technik», que foi dividido nas comissões de trabalho sobre educação, religião, línguas, sociologia e filosofia. Os principais membros deste grupo, Simon Moser, Hans Lenk, Günter Ropohl, Alois Huning, Hans Sachsse e Friedrich Rapp - a maior parte da UE Alguns deles ensinam em institutos técnicos e / ou têm diplomas em engenharia e filosofia - eles se tornaram os filósofos mais proeminentes da tecnologia na Alemanha (MITCHAM, 1994, p. 67, tradução da autora).

O francês Jacques Ellul escreveu sobre a autonomia da tecnologia (*La Technique*) não vislumbrando boas alternativas para que ela fosse direcionada para a sociedade já que o ser humano havia se tornado instrumento da própria técnica.

Uma tecnologia autônoma. Isto significa que a tecnologia ultimamente depende somente dela mesma, ela faz sua própria rota, ela é o primeiro e não o fator secundário, ela deve ser resguardada como um “organismo” tendendo para o fechamento e auto-determinação: ela é um fim em si mesma. Autonomia é uma condição do desenvolvimento tecnológico (ELLUL, 2014, p.430).

Já Heidegger (1953) chegou a afirmar que “apenas Deus” poderia nos salvar. Para ele, a tecnologia é uma nova forma de ver o mundo e nos impõe seus próprios padrões nos modificando. A tecnologia nos faz perceber uma verdade que estava encoberta. Não é a técnica moderna que é perigosa, mas a sua essência, chamada por Heidegger de *Gestell*.

Outro humanista, o espanhol Ortega y Gasset (1939) foi um dos primeiros autores a refletir sobre a técnica. Ele afirmou que a perfeição da ciência moderna e da tecnologia poderia interferir até mesmo na capacidade criativa das pessoas. Segundo Ortega y Gasset o ser humano não se limita a adequar-se à natureza, mas adapta a natureza a suas necessidades ou propósitos, criando o supérfluo (CUPANI, 2004).

Lewis Mumford foi um historiador norte-americano (1895-1990). Suas obras mais conhecidas *Technics and civilization* (1934) e *The myth of the machine* (1967, 1970) apresentam uma sugestiva história da tecnologia. Segundo ele, a “máquina” mais antiga da história foi a organização de grandes números de pessoas para o trabalho manual nas civilizações antigas como Egito, Suméria e China.

Mitcham não deixa de fazer um apelo para que filósofos (humanistas superficiais) e engenheiros (específicos demais) ampliem o diálogo.

Este livro pretende ser um tipo de celebração e contribuição para estudos de filosofia e tecnologia pluralistas. No esforço para colocar diante de uma análise abrangente, sensível à engenharia, esta celebração aspira estabelecer um diálogo verdadeiramente internacional. Em ambos os aspectos, o argumento pretende trazer uma causa comum a grupos como a Sociedade de Filosofia e Tecnologia (SPT) (MITCHAM, 1994, p. 269, tradução da autora).

Dessa forma, os engenheiros ampliariam sua percepção e os filósofos ganhariam conhecimentos tecnológicos.

2.2 Hans Achterhuis e a virada empírica

Hans Achterhuis (1942-) é um importante filósofo holandês da tecnologia. Ele atua como professor emérito da Universidade de Twente e possui diversas publicações, dentre elas *American philosophy of technology: the empirical turn* (Filosofia americana da tecnologia: a virada empírica).

Nessa obra, o holandês reflete sobre a evolução do pensamento filosófico estabelecendo as diferenças e similaridades entre os “clássicos” e os americanos. Aos primeiros, atribui uma perspectiva mais transcendente enquanto aos americanos, um olhar mais pragmático e particular da tecnologia.

Achterhuis confere a Martin Heidegger, Hans Jonas e Jacques Ellul o título de filósofos “clássicos”. Segundo ele, esses filósofos ocuparam-se mais com as condições históricas e transcendentais que tornaram possível a tecnologia moderna do que com as mudanças reais do desenvolvimento de uma cultura tecnológica. A abordagem deles produziu informações valiosas, mas essas ideias ficaram limitadas a áreas fechadas de investigação que podem ser perseguidas quando se começa a olhar para as múltiplas maneiras pelas quais a tecnologia se manifesta (ACHERHUIS, 2001).

Achterhuis trata também das duas teorias da natureza humana: a que vê o ser humano como um ser produtivo, um *homofaber*; e a outra, que caracteriza o humano em sua subjetividade, na linguagem, o *homo loquax*. A linguagem está associada ao simbólico, à subjetividade e aos valores; enquanto o saber fazer se relaciona com a objetividade e com o ato de produzir. Essa dicotomia esteve bastante presente na história da técnica, com os autores clássicos valorizando a linguagem em detrimento da técnica, mas na atualidade, essa discussão perdeu o sentido, pois o conhecimento da engenharia foi sendo paulatinamente valorizado, mostrando que o fazer e o pensar se complementam no processo de design.

Contrapondo aos clássicos, Achterhuis discorre sobre a Filosofia americana da tecnologia citando autores como Don Ihde, Langdon Winner, Andrew Feenberg, Albert Borgmann, Hubert Dreyfus e a filósofa Donna Haraway. Esses filósofos valorizam as manifestações empíricas concretas, a chamada “virada empírica” que enfatiza a prática e o surgimento das éticas aplicadas. Achterhuis caracteriza a “virada” como construtivista, porém mais ampla e diversa da ocorrida na ciência. Esses americanos estão no meio do mundo dos designers e usuários de tecnologia e usam muito as pesquisas, principalmente da sociologia e dos estudos feministas e se comunicam diretamente com tecnólogos e engenheiros. Seus esforços produziram uma série de novas ideias da cultura tecnológica contemporânea (ACHTERHUIS, 2001).

Ao invés de descrever a tecnologia como autônoma, esses filósofos americanos trouxeram à luz as muitas forças sociais que atuam sobre ela⁹. A tecnologia, assim como ocorrera com a ciência, deveria ser dividida em várias tecnologias. Os técnicos começaram a falar da coevolução da tecnologia e, portanto, da sociedade. Foi dada também ênfase na educação e a um ativismo social.

Os novos filósofos da tecnologia viram, por um lado, que seu desenvolvimento é acompanhado por uma transformação da sociedade, mas por outro lado, que o processo de desenvolvimento tecnológico é determinado por fatores socioculturais (ACHTERHUIS, 2001, p.16, tradução da autora).

Palavras como “tecnosociedade” e “tecnocultura” foram usadas para expressar esse entrelaçamento da tecnologia e sociedade nesses estudos

⁹ Por outro lado, autores como Pitt, Bunge e Vicenti certamente divergiriam dessa última afirmação.

empíricos. Para os filósofos americanos, o processo social tecnológico é totalmente imprevisível.

Como artefatos tecnológicos são introduzidos com sucesso na sociedade, a mesma é transformada de maneiras imprevisíveis e irrevogáveis; mas os desenvolvimentos tecnológicos são dados por determinantes culturais (ACHTERHUIS, 2001, p.16, tradução da autora).

Outro fator relevante de discordância entre a abordagem clássica e a filosofia americana é quanto à temática ambiental e aos movimentos de volta à natureza. Na filosofia clássica da FT, a natureza está “desencantada” nas mãos dos projetos de modernidade reduzindo-se a uma “reserva permanente” de recursos (HEIDEGGER, 2007), estando sempre pronta para servir ao ser humano. A abordagem americana lida de forma mais próxima e sadia com a natureza procurando resguardá-la para as gerações futuras. Segundo Don Ihde, a tecnologia permite ao humano uma maneira nova e mais rica de apreender a natureza dando um acesso mais amplo a ela.

2.3 Don Ihde e a metáfora das ondas

Don Ihde (2009) usa a metáfora das ondas para organizar a história da Filosofia da Tecnologia. Segundo o autor, a primeira onda seria formada pelos pensadores que tratavam a tecnologia como um fenômeno geral, sob o ponto de vista metafísico. Esse grupo, localizado predominantemente na Europa, tinha avaliações distópicas, vendo a tecnologia como uma ameaça a formas mais antigas e tradicionais da cultura. Nesse conjunto, ele cita nomes como Ernst Kapp, Karl Marx, Dessauer, Heidegger, Ortega y Gasset, Karl Jaspers e Nicolas Berdyaev na Europa; John Dewey e Lewis Mumford nos Estados Unidos.

A segunda onda encontra na Escola de Frankfurt seus nomes mais proeminentes como Thomas Adorno, Herbert Marcuse, Max Horkheimer e Jürgen Habermas. Esse grupo tendia a ver a tecnologia como uma ameaça política e cultural. Além dos citados na Escola Alemã, inclui-se também na segunda onda pensadores como Jacques Ellul, Ivan Illich e Hans Jonas.

A terceira onda é representada por uma mudança de paradigma teórico com nomes como Albert Borgmann, Hubert Dreyfus, Andrew Feenberg, Donna Haraway, Langdon Winner, Larry Hickman, Kristen Schrader-Frechette, Joseph Pitt e

o próprio Don Ihde. Esse grupo é mais pragmático e pró-democrático voltando mais às análises de tecnologias concretas com a valorização dos estudos empíricos, da prática e sua dimensão social, deixando que a tecnologia fale por si mesma.

O que se pode esperar após a terceira onda? Don Ihde (2009) preconiza uma “nova onda” no século XXI. “Os tons mais extremos, alarmistas e fantasiosos do passado foram modulados” surgindo filósofos mais equilibrados e críticos. A “virada empírica” da terceira onda assume contornos mais radicais com detalhados e cuidadosos estudos de caso na “quarta onda” do século XXI. Isso é percebido em autores como Rosenberger, Verbeek, Selinger, Brey, Bruno Latour, Andrew Pickering, Kaplan, Paul Ricoeur, Jensen e Gade que tratam de forma cuidadosa de assuntos como tecnologias de imagem, transferência de tecnologia, tecnologia de navegação e ética das coisas estendendo a agência de atores não humanos.

Na quarta onda, a metafísica abstrata do passado não tem mais lugar através da ênfase na materialidade ou a sensibilidade à materialidade. A Filosofia da Tecnologia é necessariamente interdisciplinar aceitando as contribuições da antropologia e de pesquisas de campo.

2.4 Meijers e a coletivização da Filosofia da Tecnologia

Anthonie Meijers é professor de destaque em Eindhoven, presidente da Escola Holandesa de Filosofia de Pesquisa e autor de diversas publicações na área. O autor escreve sobre uma pré-história da Filosofia da Tecnologia na qual os pesquisadores atuavam individualmente.

Durante o século passado, pesquisadores individuais trabalharam em tópicos como a natureza do conhecimento tecnológico, a análise dos problemas do design, a diferença entre objetos naturais e artificiais e a diferença entre ciência e tecnologia (MEIJERS, 2009, p. 1, tradução da autora).

Filósofos como Ernst Kapp, Lewis Mumford, José Ortega y Gasset, Martin Heidegger, Jacques Ellul e Hans Jonas são mencionados por Meijers (2009) como interessados em estudos antropológicos, éticos e metafísicos da tecnologia.

Por outro lado, existiram autores que refletiram sobre os conceitos de máquina e sistema, taxonomia de máquinas e suas partes e discussões do processo de invenção e evolução tecnológica. Nesse grupo, Meijers citou nomes como

Jacques Lafitte, Gilbert Simondon, Tadeusz Kotarbinsky, Alard DuBois-Reymond e Hendrik van Riessen.

A década de 80 foi marcada por um aumento do número de publicações¹⁰ enquanto os anos 90 não apresentaram o mesmo volume, embora o livro de Carl Mitcham *Thinking through technology*, publicado em 1994, seja uma obra bastante influente até hoje.

Segundo Meijers, uma mudança substancial só ocorreu no início do século XXI quando os pesquisadores da Filosofia da Tecnologia passaram a se organizar em grupos criando sociedades profissionais, sessões, conferências e novas publicações.

Gradualmente, as coisas começaram a mudar. Na virada do século [XXI], muitas atividades novas foram lançadas na Holanda. O programa de pesquisa *The Dual Nature of Technical Artifacts* [A Natureza Dual dos Artefatos Técnicos] em Delft acabou sendo um núcleo para outras pesquisas em Filosofia da Tecnologia e da Engenharia, não somente em Delft, mas também em outros lugares (MEIJERS, 2009, p.9, tradução da autora).

Os resultados do programa foram publicados em uma edição especial da revista *Studies in history and philosophy of sciences* (KROES; MEIJERS, 2006).

O surgimento de filosofias de tecnologias específicas como a tecnologia química, a filosofia da tecnologia da informação e a filosofia da biotecnologia também marcou a nova fase da Filosofia da Tecnologia.

2.5 Mitcham e a teoria dos três estágios

Em 2016, Mitcham apresentou uma versão diferente daquela apresentada na obra de 1994. Ele assina o prefácio da publicação holandesa *Philosophy of technology: an introduction* da Escola Holandesa (VERKERK *et al.*, 2016). Essa obra foi traduzida para o português em 2018 (VERKERK *et al.*, 2018). Mitcham apresenta uma evolução do foco na analogia com o corpo humano rumo à regionalização e valorização da prática.

¹⁰ O autor cita: *The nature of engineering* (ROGERS, 1983); *The nature of technological knowledge* (LAUDAN, 1984); *Philosophy of science and technology* (BUNGE, 1985); *Concerning our understanding of technology* (STAUDENMAIER, 1985).

A história do desenvolvimento da reflexão filosófica sobre tecnologia pode ser convenientemente analisada em **três estágios** de crescimento. Após uma longa história pré-gestacional, a explicitamente denominada “filosofia da tecnologia” emergiu no fim do século 19 por meio da obra de Ernst Kapp (1808-1896) e Karl Marx (1818-1883). Durante seu **estágio inicial**, a tecnologia era vista como um meio de liberação humana e uma extensão do organismo humano, que, no argumento de Marx, precisa apenas ser liberado das deformidades sociais e dos condicionantes culturais (MITCHAM, 2018, p. 19, grifos da autora).

Influenciado por Georg W. F. Hegel, Karl Marx (1818-1883) trouxe importantes contribuições para a Filosofia da Tecnologia. Ele tinha expectativas que a mesma iria contribuir para a conquista de uma sociedade ideal sem classes caso chegasse às mãos dos trabalhadores.

Durante o tempo de vida de Dessauer, no entanto, emergiu um **segundo estágio** na reflexão filosófica sobre a tecnologia representado por figuras como José Ortega y Gasset (1883-1955), Martin Heidegger (1889-1976) e Jacques Ellul (1912-1994). [...] Em contraste com o primeiro estágio, esses filósofos mudaram o foco da economia e da política para a vida diária e a vivência em uma cultura tecno-material (MITCHAM, 2018, p. 19, grifo da autora).

O ideal de Marx não fora concretizado. A tecnologia poderia oprimir até mesmo os membros da burguesia. “O problema apresentado pela tecnologia não foi econômico ou político, mas cultural” (MITCHAM, 2018, p.20). O contexto da Segunda Grande Guerra leva à emigração de vários filósofos europeus para a América. Isso fortalece a Filosofia da Tecnologia nos Estados Unidos. O terceiro estágio tende ao equilíbrio entre a euforia inicial e a crítica buscando-se, de alguma forma, a aceitação da tecnologia.

Um **terceiro estágio** na filosofia da tecnologia foi alcançado por meio da obra de pensadores como Don Ihde, Albert Borgmann, Andrew Feenberg e Kristin Shrader-Frechette. A característica distinta desse estágio está na aceitação da tecnologia em alguma medida – junto com o movimento em direção à desgeneralização (MITCHAM, 2018, p. 19, grifo da autora).

Mitcham também discorre sobre a valorização da prática fazendo referência à “virada empírica” que é uma volta às análises de tecnologias concretas.

A abordagem do **terceiro estágio** à filosofia da tecnologia tem sido descrita por pensadores holandeses como uma **virada empírica**. Esta pode ser lida como exemplo da virada aplicada à filosofia como um todo. Em vez de alguma tentativa por uma ética geral da tecnologia, os filósofos do **terceiro estágio** propuseram múltiplas regionalizações de éticas aplicadas: ética nuclear, ambiental, computacional, ética de engenharia, da agricultura, bioética, dentre outras (MITCHAM, 2018, p. 19, grifos da autora).

O autor prenuncia um **quarto estágio** emergente no qual o design ocupa lugar central dentro da experiência tecnológica e da engenharia em detrimento das “categorias filosóficas como a epistemologia, a metafísica e a ética”. Para Mitcham, os filósofos holandeses, omitidos nos estágios anteriores, estariam na vanguarda desse novo estágio. Ele cita nomes como Herman Dooyeweerd, Hendrik van Riessen e Egbert Schuurman.

3 A ESCOLA HOLANDESA DE FILOSOFIA DA TECNOLOGIA

As versões anteriores percorrem caminhos distintos para explicar como a FT se constituiu, mas todas elas pressentem uma nova corrente filosófica bastante pujante na Holanda no século XXI.

Os filósofos holandeses como Pieter Vermaas, Peter Kroes, Ibo van de Poel, Maartan Franssen dentre outros ponderam que o conceito de tecnologia vai além dos produtos tecnológicos englobando também como são desenvolvidos e usados. Diferente dos filósofos “humanistas”, os tecnólogos holandeses (engenheiros, cientistas, inventores) tiveram a base de sua formação em áreas diversas como Biologia, Física e Química antes da formação em Filosofia e da prática em desenvolvimento tecnológico.

Nas universidades tecnológicas da Holanda, os filósofos afirmam explicitamente fazer Filosofia da Tecnologia, a produção acadêmica é bastante significativa e “[...] fazem da filosofia hoje o seu negócio, até uma preocupação do governo holandês” (DURBIN, 2006, p. 177, tradução da autora).

Porém, entre as escolas não técnicas como a Universidade de Maastricht, Amsterdã e Twente, também existem pesquisas relacionadas. Elas compõem um programa interdisciplinar que estuda o desenvolvimento da ciência, da tecnologia e da cultura moderna, a *Escola de Pós-Graduação Holandesa de Ciência, Tecnologia e Cultura Moderna* (WTMC). A seguir, quadro com principais temáticas estudadas e universidades holandesas (QUADRO 1).

Quadro 1 – Relação das universidades e temáticas estudadas – Holanda – 2006

(Continua)

Universidade	Temas	Número de pesquisadores filiados em 2006
Delft	• Filosofia da Engenharia • Design • Desenvolvimento de produtos • Ética no design e no desenvolvimento de produtos • Planejamento de atividades	4
Eindhoven	• Metodologia de design de caráter interdisciplinar: fatores científicos, técnicos, econômicos, políticos, legais e estéticos (fatores S, T, E,P, L e A) • Análise metodológica dos processos que criam produtos • Qualidade • Estudos de caso concretos	3
Wageningen (Universidade agrícola)	• Ciência e tecnologia • Sustentabilidade • Conhecimento tecnológico • Participação política	11
Twente (Universidade mais jovem)	• Filosofia da cultura tecnológica • Relações sociais e modos de vida, possibilidades e desejos humanos, até experiências de corpo e natureza • Mudança empírica na Filosofia da Tecnologia • Hermenêutica da experiência técnica: é dada atenção ao papel mediador dos artefatos e às metáforas e representações geradas pela tecnologia • Filosofia social: as relações entre tecnologia e política são investigadas • A escassez como característica constitutiva da cultura tecnológica • Tecnologia médica, tecnologia sustentável e tecnologia da informação	9

Quadro 1 – Relação das universidades e temáticas estudadas – Holanda – 2006

(Conclusão)

Universidade	Temas	Número de pesquisadores filiados em 2006
Programa interdisciplinar (WTMC): Universidade de Maastricht, Universidade de Amsterdã, Universidade de Twente, Universidade de Groningen, Universidade de Leiden e Universidade Agrícola de Wageningen	• Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) • Programa interdisciplinar de CTS: “A Escola de Pós-Graduação Holandesa de Ciência, Tecnologia e Cultura Moderna (WTMC) é uma colaboração formal de pesquisadores holandeses, que estudam o desenvolvimento da ciência, tecnologia e cultura moderna • Que papéis a ciência e a tecnologia exercem no processo de transformação em que as sociedades estão enredadas, e como esses papéis devem ser empiricamente pesquisados e esclarecidos teoricamente? • Como a ciência e a tecnologia são influenciadas, substantivamente e organizacionalmente, pelos processos sociais e culturais em que estão entrelaçados? • Como os limites devem ser traçados entre a ciência, a tecnologia e a cultura em que são produzidos e reproduzidos, e como esses limites se tornam visíveis ou invisíveis? • Como as questões normativas sobre ciência e tecnologia estão se formando, e o que isso implica na maneira como essas questões são tratadas? • Como análises do desenvolvimento da cultura moderna e, especialmente, dar legitimidade à posição da ciência e da tecnologia, sem apelar para o paradigma epistemológico predominante que, por si só, é um resultado característico do processo racionalista? STS ou filosofia?	A escola tem um total de 48 pesquisadores afiliados, que representam uma variedade de disciplinas: filosofia, literatura, história, psicologia e sociologia. Um número considerável desses pesquisadores foi formado em ciências naturais e técnicas.

Fonte: Dados básicos: DURBIN, 2006.

Elaboração própria.

3.1 O Programa da Natureza Dual dos Artefatos

O Programa de pesquisa “A Natureza Dual dos Artefatos” (*The dual nature of technical artefacts – DNTA*) foi encampado pela EHFT e conduzido na Universidade Delf de Tecnologia na Holanda, por Peter Kroes e Anthonie Meijers entre 2000-2004. O Programa foi financiado pela Organização Holandesa de Pesquisa Científica (NWO). A NWO equivale a *National Science Foundation* nos Estados Unidos (BUCCIARELI, 2003). É uma das atividades do grupo internacional *Techné*, um conjunto de pesquisadores que trabalha nas bases filosóficas da tecnologia moderna.

Os engenheiros e filósofos envolvidos no programa de pesquisa holandês “A Natureza Dual dos Artefatos Técnicos” focalizaram, em particular, na natureza e no caráter dos artefatos técnicos. Eles distinguem entre dois tipos de características: as estruturais e as funcionais. As características estruturais referem-se aos aspectos físicos de um artefato, como medidas e materiais. As características funcionais referem-se ao propósito para o qual o artefato foi criado. Para caracterizar um artefato tecnológico de modo correto são necessárias as duas características (VERKERK *et al*, 2018, p. 110).

Em sua apresentação do programa, Kroes e Meijers (2002a) abordam as duas conceituações de artefatos: como objetos físicos que interagem através de conexões causais e como agentes que representam intencionalmente o mundo e nele atuam.

Quanto ao objeto de estudo do Programa, “é a aplicabilidade das duas conceituações e sua inter-relação quando os seres humanos se conectam ao mundo físico na criação de artefatos técnicos (artefatos projetados por engenheiros).” (KROES; MEIJERS, 2002a, não paginado, tradução da autora).

Segundo Kroes e Meijers (2002a), os artefatos técnicos também podem ser caracterizados em termos de seu ambiente interno e externo. Por isso, não podem ser exhaustivamente descritos dentro da conceituação física, em razão de suas características funcionais, nem exhaustivamente descritos dentro da conceituação intencional (KROES; MEIJERS, 2002a).

Os autores explicitam também o objetivo da pesquisa:

O objetivo geral do programa de pesquisa é desenvolver uma conceitualização coerente de artefatos técnicos, levando em consideração sua dupla natureza como (i) estruturas físicas projetadas que realizam (ii) funções de intencionalidade (KROES; MEIJERS, 2002a, não paginado, tradução da autora).

O Programa consiste em duas linhas de pesquisa: a primeira aborda a relação entre função técnica e estrutura física e a segunda, a relação entre a função técnica e a intencionalidade de designers e usuários. Cada linha consiste em dois projetos (KROES; MEIJERS, 2002a).

Além dessas linhas de pesquisa, existem temas comuns estudados pelo conjunto de pesquisadores como “função”, “design”, “metafísica” e “normatividade” (KROES; MEIJERS, 2002a).

O Programa é essencialmente interdisciplinar e estudos de caso são importantes em todos os projetos. Dentro da filosofia, a filosofia da ciência, a filosofia da mente, a filosofia da biologia, a epistemologia, a ontologia, a teoria da ação e a filosofia das ciências sociais contribuem muito. Fora da filosofia, a engenharia (especialmente a metodologia de design) e a antropologia/sociologia da tecnologia são as principais disciplinas relevantes (KROES; MEIJERS, 2002a).

Bucciareli (2003) entende que o Programa Dual busca explicar como os participantes no design e no desenvolvimento de produtos podem transformar interesses, crenças e intenções em produtos funcionais.

Embora a distinção seja real, a dualidade não deve ser tomada como expressando uma disjunção do tipo refletida naqueles que falam de “duas culturas” ou de “impactos da tecnologia na sociedade”. A questão é de outra natureza. Em vez disso, a busca é explicar como os participantes no design e desenvolvimento de produtos transformam interesses, crenças e intenções em produtos funcionais. Como os autores de um artefato ou sistema dotam a substância (material) da forma apropriada para que funcione corretamente, conforme o planejado? Essa também é minha preocupação (BUCCIARELI, 2003, p.2, tradução da autora).

Em seu texto “Do artifacts have dual natures?”, Carl Mitcham (2002) traz importantes reflexões sobre o Projeto mencionado e ressalta a sua contribuição para o avanço da Filosofia da Tecnologia.

O problema básico, para o projeto natureza dual, é descobrir com mais precisão a dualidade problemática e, em seguida, relacionar os dois lados dessa dualidade. Esse é um projeto importante e até fundamental - e pode constituir uma questão central na filosofia da tecnologia (MITCHAM, 2002, p. 93, tradução da autora).

Mitcham continua seu texto ponderando se a expressão “artefatos técnicos” não seria um pleonismo já que todos os artefatos são produto de algum tipo de técnica. Para Mitcham, seria então mais apropriado usar a expressão “artefatos de engenharia” para distingui-los das obras de artes que emergem da genialidade humana e não da engenharia.

Mitcham questiona também o caráter “dual” dos artefatos já que diversas outras características como as físicas, químicas, estruturais e dinâmicas também existem. Segundo ele, as duas características em questão no programa não podem excluir as demais que podem se manifestar nesse espaço de possibilidades.

Kroes e Meijers (2002b) respondem aos questionamentos de Mitcham (2002) na revista *Techné*¹¹. Em relação à expressão “artefatos técnicos” afirmam que esse conceito delimita o problema e permite fazer referência aos artefatos desenvolvidos pelos engenheiros e artesãos. Por isso, as obras de arte e os artefatos sociais, como as instituições e normas, não fazem parte do programa.

Nosso uso de “técnico” em artefato técnico tem como objetivo principal distinguir os artefatos que gostaríamos de focar dos artefatos sociais, como leis, parlamentos, atos de fala (promessas, pedidos) e mercados de ações. Esse último tipo é constituído por uma grande extensão por acordo humano, enquanto sua realização física é frequentemente arbitrária e não faz parte da explicação do que faz do artefato o artefato que é (KROES; MEIJERS, 2002b, p.35, tradução da autora).

Em relação à crítica de Mitcham sobre a insuficiente “dualidade” dos artefatos, os autores responderam que existem muitas propriedades intencionais e não intencionais, mas todas podem ser subdivididas abaixo dessas duas categorias fundamentais.

¹¹ A Society for Philosophy and Technology (SPT) é uma organização internacional, fundada em 1976, independente que incentiva, apoia e facilita considerações filosoficamente significativas da tecnologia. A SPT publica *Techné* (uma revista trienal), os trabalhos de suas conferências internacionais e o boletim trimestral do SPT. Fonte: PHILOSOPHY DOCUMENTATION CENTER. Disponível em: <https://www.pdcnet.org/techné/About-the-Society>. Acesso: 26 fev. 2020.

Dado que estamos interessados nas propriedades fundamentais dos artefatos, a grande divisão aqui é entre propriedades intencionais e propriedades não intencionais. As propriedades intencionais incluem a função do artefato, sendo um meio para um fim, seu significado cultural e suas propriedades estéticas. Propriedades não intencionais incluem suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Essas duas grandes classes de propriedades constituem a natureza dupla dos artefatos. Nesse sentido, não existem três ou quatro naturezas, uma vez que essas duas naturezas (intencionais e não intencionais) cobrem as propriedades que um artefato pode ter (KROES; MEIJERS, 2002b, p. 36, tradução da autora).

3.2 Teoria modal dos artefatos

A Teoria Modal é uma variação da Teoria Dual dos Artefatos. “Modal” vem do latim *modus*, que significa “forma” ou “maneira”. Os artefatos serão analisados em quinze aspectos, cada qual com sua própria natureza e caráter, a partir da concepção ontológica (teoria da realidade) dos filósofos holandeses Dooyeweerd e Vollenhoven (1969, 1967 *apud* VERKERK *et al*, 2018).

A teoria dos aspectos modais lida com as diferentes formas ou maneiras nas quais experimentamos a realidade, ou melhor: experimentamos a realidade de diferentes maneiras porque ela é multifacetada. Ela se relaciona com os distintos aspectos, modalidades, modos de existência, facetas ou dimensões da realidade (VERKERK *et al*, 2018, p. 95).

Os aspectos dos artefatos são divididos pelos autores em uma ordem específica: “anteriores” e “posteriores” (QUADRO 2). Essa divisão está associada ao fato dos agentes humanos e dos artefatos serem classificados como “objeto” ou “sujeito”. Nas situações na quais os artefatos são “objetos”, os aspectos são classificados como “anteriores”. Nas situações nas quais os agentes humanos funcionam como “sujeito” que fazem uso de artefatos considerados “objetos”, os aspectos serão classificados como “posteriores”. As diferentes dimensões estão diretamente conectadas referindo-se umas às outras (VERKERK *et al*, 2018).

No grupo dos “anteriores”, existem quatro aspectos: o aritmético, o espacial, o cinemático e o físico-químico. No grupo dos “posteriores”, onze aspectos: o biótico, o psíquico, o analítico, o formativo, o linguístico, o social, o econômico, o estético, o jurídico, o moral e, finalmente, o pístico, chamado também de aspecto da fé.

3.2.1 Os aspectos “anteriores” da teoria modal dos artefatos

1) Aritmético

Está relacionado com o aspecto de contabilidade, de quantidade. Nesse aspecto, inúmeras leis específicas são válidas como adição, subtração, multiplicação e divisão.

2) Espacial

Esta faceta está associada à “extensão” e à “extensão contínua”.

3) Cinemático

Está relacionado ao “movimento” ou ao “movimento contínuo”.

4) Físico-químico

Esse aspecto é constituído por alguns fenômenos e áreas distintas. Sua natureza particular está associada à “energia”.

3.2.2 Os aspectos “posteriores” da teoria modal dos artefatos

5) Biótico

Está relacionado aos processos como reprodução, crescimento, metabolismo, adaptação às circunstâncias, ao envelhecimento e à morte.

6) Psíquico

O aspecto psíquico está relacionado com as dimensões perceptivas e sensitivas. Seu núcleo de significado é o “sensorial”, “sentimento” e “sensitivo”.

7) Analítico

Está associado com a habilidade dos seres humanos de analisar a realidade e fazer várias distinções lógicas. Seu núcleo de sentido é o “discernimento (consciente)”, “lógico”, “intelectual” ou “racional”.

8) Formativo

Esse aspecto também pode ser chamado de histórico ou cultural. Ele está associado com a habilidade humana de formar a realidade no seu entorno.

9) Linguístico

Seu núcleo de sentido é a “interpretação” ou “significado simbólico”. Esse aspecto se relaciona com o significado atrelado por seres humanos a expressões, símbolos ou atos linguais.

10) Social

Os artefatos influenciam sobremaneira as relações sociais. Seu núcleo de significado é descrito como “intercurso e associação” e “conectividade e coerência”. O aspecto social está relacionado às conexões entre as pessoas e grupos, aos costumes, à solidariedade e à comunhão.

11) Econômico

Seu núcleo de sentido é “controle de recursos escassos”, “mordomia, frutificando”, “administração cuidadosa”, “produtividade” ou “efetividade”. Esse aspecto está presente nas vendas, nas transferências de dinheiro e no setor bancário.

12) Estético

Esse aspecto relaciona-se à experiência da beleza e da harmonia. Ele emerge principalmente nas artes. É caracterizado pela “harmonia” e pela “beleza”. “Ao projetar dispositivos, consideração crescente está sendo dada ao sentido do design” (VERKERK *et al* 2018, p. 101).

13) Jurídico

“O aspecto jurídico não é relacionado apenas à lei e ao sistema jurídico, mas também com o conceito subjacente de justiça e retidão” (VERBERK *et al* 2018, p. 101). Segurança e propriedade intelectual são questões relacionadas ao aspecto jurídico.

14) Moral

Seu núcleo de sentido é “amor”, “fidelidade em amizades e no casamento” e “desejo de servir”. “A palavra ‘ética’ é reservada para a totalidade de constelação de valores, normas, virtudes e deveres considerados como importantes na sociedade” (VERKERK *et al* 2018, p. 102).

15) Pístico

Pistis é a palavra grega para fé. Esse aspecto não está relacionado diretamente à religião, mas à capacidade humana de crer. As palavras “confiança”, “credibilidade” e “certeza transcendental” são o seu núcleo de sentido.

Fica evidente também nessa concepção que as diversas dimensões dos artefatos estão intrinsecamente conectadas em uma coerência significativa. Os artefatos tecnológicos funcionam como sujeito em dimensões conectadas com a natureza física e naquelas com uma natureza funcional, como objeto da ação de agentes humanos (QUADRO 2).

Quadro 2 – Relação entre os aspectos modais e a natureza dual dos artefatos técnicos

ASPECTO MODAL	NÚCLEO DE SENTIDO	NATUREZA DUAL
Aritmético	Quantidade discreta, números	Não intencional (físico)
Espacial	Extensão, extensão contínua	
Cinemático	Movimento, movimento contínuo	
Físico ou físico-químico	Energia, interação	
Biótico	Vida, orgânico, vegetativo, vital	
Psíquico	Sentimento, sensitivo, sensorial	Intencional (funcional)
Analítico	Lógico, racional, distinção analítica, distinção consciente	
Formativo	Formação controlada, poder de liberdade, poder, domínio	
Linguístico	Denotação, significado, significado simbólico	
Social	Intercurso, comunhão, interconexão, coerência	
Econômico	Controle de recursos escassos, mordomia, fertilidade, produtividade	
Estético	Harmonia, beleza, alusão, diversidade plena de tonalidades	
Jurídico	Retidão, justiça, lei	
Moral	Amor, cuidado, fidelidade, desejo de servir	
Pístico	Fé, certeza transcendental, confiança, credibilidade	

Fonte: Dados básicos: VERKERK *et al* 2018.

Adaptação da autora.

Na seção 4, o aspecto moral dos artefatos será aprofundado levando em conta a abordagem atual da Escola Holandesa, principalmente a partir de Ibo Van de Poel e Lambèr Royakker (2011) e Peter-Paul Verbeek (2008, 2011).

4 REPENSANDO A QUESTÃO DA MORALIDADE DOS ARTEFATOS

As questões éticas foram centrais nas discussões da FT desde a Segunda Guerra Mundial e têm estado associadas a armas nucleares, usinas de energia, evolução da informação, tecnologias biomédicas, exploração espacial, desastres tecnológicos e poluição ambiental.

Questões éticas atinentes à tecnologia vêm ganhando cada vez mais atenção e importância em nossa cultura tecnológica. Há algumas poucas décadas, a reflexão normativa sobre a tecnologia se revelava altamente abstrata, criticando a “tecnologia” em si, bem como o impacto dela na sociedade e na cultura, a exemplo do advento de um “homem unidimensional” (Marcuse), de uma “regra das massas” (Jaspers) e de um “domínio e controle sobre a natureza” (Heidegger)” (VERBEEK, 2008, p. 91, tradução da autora).

As discussões éticas, porém, são cada vez mais complexas já que a responsabilidade é compartilhada, difusa e escalonada (VERKERK *et al.*, 2018). Isso não é apenas algo que é causado por nossa limitada capacidade de conhecimento, mas também pelo fato de que as consequências não intencionais são, frequentemente, ações de muitos atores dentro de um sistema sociotécnico¹². O desenvolvimento tecnológico tem um caráter experimental, pois suas consequências não podem ser totalmente previstas.

O Estado que cuidava das pessoas e buscava uma justa distribuição de propriedade, é substituído por uma sociedade de alto risco na qual as ameaças e os riscos são minimizados tanto quanto possível e reduzidos a proporções socialmente aceitáveis. Esses riscos são trazidos pelo próprio desenvolvimento científico-tecnológico. Geralmente eles têm um efeito global e ocorrem de modo inesperado uma hora aqui, outra lá. A natureza desses riscos pode, além do mais, ser ou ecológica (desastres nucleares, efeitos estufa), social (insegurança no trabalho, aumento no número de divórcios) ou político-religiosa (fundamentalismo, terrorismo) (VERKERK *et al.*, 2018, p.287).

É evidente também o esforço humano de se adaptar a essas estruturas por intermédio de projetos de controle, proibições, legislações regulamentares, investigações e criações de entidades.

¹² Artefatos também fazem parte da sociedade com a formação de sistemas cada vez mais complexos que envolvem artefatos, pessoas e legislação. Os chamados agentes, humanos e artefatos, são os atores que formam os chamados sistemas sociotécnicos. O setor de aviação civil e de transporte público são exemplos desses. Sua complexidade leva à diluição da responsabilidade dos atos (VERMAAS *et al.*, 2011, tradução da autora).

O surgimento de subcampos aplicados como a biomedicina, ética da tecnologia da informação e ética da nanotecnologia também faz parte desse esforço humano de lidar de forma ética com a tecnologia. No interesse explícito pelo processo de desenvolvimento da tecnologia, surgiram ainda outros subcampos como a ética da engenharia e a ética do design. Porém, a discussão teórica filosófica para integrar tecnologia e moral ficou aquém do necessário (MITCHAM, 1994, p. 5).

Com o passar do tempo, a reflexão normativa passou a buscar um contato mais próximo com as próprias tecnologias. Não apenas emergiram campos aplicados, como a ética das tecnologias da informação e a ética da tecnologia biomédica; a ética da tecnologia também começou a refletir acerca do próprio design das tecnologias. Domínios como a ética da engenharia e a ética do design buscam fornecer aos engenheiros e aos projetistas vocabulários, conceitos e teorias que eles podem empregar no caso de tomarem decisões responsáveis na prática do desenvolvimento tecnológico (VERBEEK, 2008, p. 91, tradução da autora).

Na década de 90, a ênfase da FT nas questões éticas permaneceu acentuada, como pode se comprovar pelas temáticas dos eventos da área.

Contudo, a primeira reunião acadêmica a considerar a filosofia da tecnologia como um tema por si só, e não tentar defendê-la por meio de teorias da cultura ou da sociedade, foi organizada por Melvin Kranzberg, da Sociedade para a História da Tecnologia, como um simpósio especial na oitava reunião anual do SHOT, realizada em San Francisco, em dezembro de 1965, em conjunto com uma reunião da Associação Americana para o Avanço da Ciência, com procedimentos publicados no próximo ano em formato expandido na revista *SHOT Technology and Culture* (MITCHAM, 1994, p. 9, tradução da autora).

O histórico dos eventos em FT mostram uma mudança significativa em relação às questões éticas enfatizando as questões teóricas e práticas e suas inter-relações.

Desde então (1978, Düsseldorf e 1982, Montreal), a tecnologia se tornou, sob muitos aspectos, uma característica regular desses encontros internacionais, mas com uma mudança acentuada em relação às questões ético-políticas (MITCHAM, 1994, p. 9, tradução da autora).

As instituições passaram a discutir novas questões como a fertilização *in vitro*, aborto, eutanásia, engenharia genética, transplantes, energia nuclear, biodiversidade e mudança climática.

Como a filosofia em geral, a filosofia da tecnologia deve incluir pelo menos dois tipos diferentes, mas relacionados, de reflexão. Precisa estar ciente de sua própria história e capaz de articular um conjunto de questões sistematicamente integradas (MITCHAM, 1994, p. 11, tradução da autora).

Existem abordagens diferentes sobre como a tecnologia e a responsabilidade ética se relacionam. Primeiramente, a tecnologia pode ser tratada como um conjunto de instrumentos separados da responsabilidade humana. A reflexão ética nesse caso viria de fora para estabelecer os limites da tecnologia, pois a tecnologia não possui normatividade própria. Nesse caso, a tecnologia é considerada um instrumento neutro que pode ser usado para o bem ou para o mal.

Provavelmente a definição mais óbvia de tecnologia é como ferramentas e máquinas. [...] A abordagem com base nas ferramentas tende a fazer a tecnologia parecer neutra. Ela não é boa nem má. Ela pode ser usada, mal usada ou recusada. O martelo pode ser usado para pregar um prego ou esmagar um crânio. O usuário da ferramenta está fora dela (como no caso das ferramentas do carpinteiro) e a controla (VAL DUSEK, 2009, p. 47, 53).

Uma segunda abordagem considera o desenvolvimento tecnológico como autônomo seguindo seu próprio rumo. Nesse caso, os humanos teriam pouca influência diante desse determinismo tecnológico no qual a tecnologia constitui uma força que governa, de algum modo, a sociedade e dirige seu rumo (CUPANI, 2017, p. 201).

A afirmação de que a tecnologia é autônoma é a afirmação de que a tecnologia é independente do controle ou da decisão humana. Afirma-se que a tecnologia possui lógica própria ou, mais metaforicamente, que a tecnologia tem vida própria. A noção de tecnologia autônoma é associada ao autor francês Jacques Ellul e sua *Sociedade tecnológica* (VAL DUSEK, 2009, p. 143).

A EHFT traz uma visão diferente: a tecnologia abrange os humanos, sejam eles consumidores, trabalhadores ou outros. O indivíduo não está fora do sistema, mas dentro.

A ética do projeto de engenharia é o melhor lugar para começar a analisar a dimensão moral dos artefatos tecnológicos, já que este também é o local onde os seres humanos podem assumir a responsabilidade pelos aspectos morais de seus produtos. Em sua forma atual, entretanto, a ética do projeto de engenharia tende a seguir a abordagem um pouco externalista à tecnologia (POEL; ROYAKKERS, 2011, p. 201, tradução da autora).

Engenheiros e gestores não são impotentes, possuem responsabilidade pelos artefatos que produzem, porém, não são os únicos responsáveis, essa responsabilidade é compartilhada, escalonada entre designers, gestores, consumidores e autoridades.

4.1 A abordagem externalista e as teorias éticas tradicionais

A ética sempre ocupou um lugar primordial na tecnologia, porém, comumente, assumiu uma posição externalista em relação a ela. Na abordagem externalista, os dispositivos são considerados, a princípio, neutros e, posteriormente, certas normas morais são introduzidas como um corpo estranho (VERKERK *et al.*, 2018). O foco dessa abordagem é na garantia de controle dos efeitos prejudiciais. Seu principal objetivo reside na importância de determinar de quem é a responsabilidade de evitar um desastre e, também, nos métodos que podem ser realizados para avaliar e pesar os riscos que acompanham as tecnologias. Os estudos de caso envolvem tecnologias que causaram problemas que poderiam ter sido evitados por meio de ações responsáveis de engenheiros.

A abordagem externalista surgiu de uma divisão entre tecnologia e sociedade. Nessa abordagem, ética e tecnologia pertencem a dois domínios diferentes e radicalmente separados: o humano e o não-humano (LATOUR, 1993). O artefato é avaliado apenas em termos de sua funcionalidade (funcionando bem ou mal). Os sujeitos são ativos e intencionais e os objetos são passivos e mudos.

Essa separação rígida faz com que seja praticamente impossível ver as muitas maneiras pelas quais sujeitos e objetos são realmente entrelaçados (VERBEEK, 2011, p.22, tradução da autora).

As estruturas éticas predominantes, além de não admitir agência moral a objetos inanimados, não consideram os comportamentos resultantes da mediação tecnológica como “ações morais”.

Afinal, a teoria ética dominante não deixa muito espaço para a dimensão moral dos objetos materiais. Ética é comumente considerada um assunto exclusivamente humano (VERBEEK, 2011, p.2, tradução da autora).

A seguir, as três teorias éticas mais comuns que estão associadas a uma abordagem externalista da moralidade serão tratadas de forma resumida, apenas para fins de exposição do argumento.

A deontologia investiga se as pessoas cumprem seus deveres e agem com respeito às leis morais (*deon* significa o que deveria ser feito). O filósofo alemão Immanuel Kant (1724-1804) é sua figura mais conhecida. Kant baseia-se no imperativo categórico “Aja como se a máxima de tua ação devesse tornar-se, pela tua vontade, uma lei universal” (KANT, 2005 *apud* VERKERK *et al.* 2018, p.332).

Baseando-se nos princípios da reciprocidade e da universalidade, ele afirma que um ser humano é um cidadão de dois mundos: o mundo da natureza e o mundo da liberdade. Não devemos nos permitir ser governados por poderes externos, mas pela lei moral da razão que está presente em todo ser humano. Dessa forma, cada ser humano teria liberdade para agir desde que não fizesse nada que prejudicasse os demais. “A ética deontológica é direcionada não às consequências das ações, mas ao valor das próprias ações” (VERBEEK, 2011, p. 42, tradução da autora).

Diversas objeções foram formuladas contra a deontologia, uma delas seria que ela não oferece solução para situações em que dois princípios universais se chocam. Outra objeção está no fato de não levar em consideração as consequências ou os efeitos colaterais indesejáveis que a ação pode ter em uma situação específica.

Conforme o consequencialismo, nenhuma ação deve ser analisada por si mesma, mas sempre dentro de uma situação ou contexto específico em que objetivos sejam visados.

A ética consequencialista avalia as ações em termos de valor de seus resultados. Quando as consequências positivas superam as negativas, uma ação pode ser chamada de moralmente correta (VERBEEK, 2011, p. 41, tradução da autora).

A abordagem mais conhecida do consequencialismo é o utilitarismo. Jeremy Bentham (1748-1832) é considerado o pai do utilitarismo. “De acordo com ele, uma atividade é útil quando ela conduz o maior número de pessoas à felicidade” (VERKERK *et al.* 2018, p. 334). John Stuart Mill (1773-1836) pesquisou sobre a obra de Bentham. Para Mill, além da quantidade, deve-se levar em conta a qualidade do

prazer e o desenvolvimento pleno dos talentos de acordo com sua própria percepção.

Assim como a deontologia, o consequencialismo também sofreu críticas. Uma delas está na ênfase nas metas a se cumprir e a pouca atenção na motivação interior e o dever moral de agir ou não agir. Outra crítica é que sempre é difícil calcular os efeitos exatos de uma determinada medida.

A virtude se diz intelectual e moral. A primeira se desenvolve por meio do ensino, exigindo longo percurso; já a virtude moral depende do hábito (*ethos*), conforme a etimologia da própria palavra.

O objetivo da ética é a obtenção da felicidade (eudemonia), mas essa sofre grande diferença quando tratada pelo vulgo ou pelos sábios, pois o vulgo compara a felicidade ao prazer, riqueza ou ostentação.

A ética da virtude se relaciona a como a pessoa se torna boa moralmente. A integridade daquele que age que deve ser considerada. Ela está associada à figura de Aristóteles (384-322 a.C.). Alguns exemplos de virtude: coragem, temperança, justiça, honestidade, fidelidade e um bom senso de humor. O equilíbrio é fundamental na formação do caráter. A vida virtuosa tem um valor em si mesma e não na realização de deveres ou metas. As práticas nunca podem existir separadamente, mas na vida em sua totalidade.

A virtude moral é um meio-termo, obtido pela negação de excesso. Assim, difícil se torna sermos bons, pelo fato de ser difícil encontrarmos o meio-termo, embora devamos por vezes nos inclinar para o excesso e, por vezes, para a deficiência, uma vez ser este o modo mais fácil de atingir a mediania e o rumo correto. Deverá sempre haver um princípio racional a guiar nossas tendências (ARISTÓTELES, 1992).

Assim como as anteriores, essa teoria também sofreu objeções. Sua prática parece impossível na vida moderna fragmentada na qual os diversos contextos exigem atitudes diferentes. Outra crítica é seu caráter profundamente elitista já que só pessoas “bem educadas” e com “sorte moral” teriam o ambiente ideal para desenvolverem suas virtudes enquanto as demais seriam excluídas dessa possibilidade (VERKERK *et al*, 2018).

4.2 A Escola Holandesa e a abordagem internalista

Segundo a EHFT, “Os artefatos são extensões de nossas capacidades humanas, mas são também uma mudança no modo como observamos”. Verkerk *et al* (2018, p. 338) afirmam que “a dimensão moral não pode mais ser isolada dos outros aspectos da existência humana” e que a “formação da teoria e da reflexão ética estimula mais a intuição moral que as pessoas já têm na vida diária”.

Podemos atribuir aos artefatos alguma dimensão moral já que “o desenvolvimento científico-tecnológico atual ampliou de tal modo a responsabilidade das pessoas que ele facilmente ultrapassa os limites humanos” (VERKERK *et al*, 2018, p. 339).

Se a ética diz respeito à questão “como agir” e as tecnologias nos auxiliam a respondê-la, as tecnologias parecem fazer ética – ou, no mínimo, as tecnologias nos ajudam a fazer ética (VERBEEK, 2008, p.92, tradução da autora).

Verbeek (2008, p. 91, tradução da autora) salienta que

A ética da engenharia concentra-se, primordialmente, nas decisões morais e nas responsabilidades dos projetistas, permanecendo excessivamente alheia ao significado moral das tecnologias elas mesmas. Contudo, análises a respeito da não neutralidade da tecnologia tornam plausível atribuir alguma moralidade aos artefatos.

O engenheiro é pressionado a fazer escolhas que muitas vezes carregam em si decisões morais explícitas ou implícitas. O desenvolvimento tecnológico leva a consequências não intencionais como um uso inesperado, por exemplo. Por outro lado, os engenheiros podem evitar grande parte de efeitos indesejáveis através da criação de *designs* robustos, flexíveis e transparentes. O desenvolvimento de um novo produto torna-se então uma responsabilidade conjunta. Os efeitos de uma determinada medida são dificilmente calculados. Casos de responsabilidade individual são cada vez mais raros fazendo com que a responsabilidade seja difusa, descentralizada e escalonada (VERKERK *et al*, 2018).

A dicotomia, o humano no domínio “social” e a tecnologia no “material”, presente na abordagem externalista é questionada pelos filósofos holandeses. Na abordagem internalista defendida pela EHFT, as tecnologias também são sociais enquanto os humanos possuem uma vida moldada pela interação com as

tecnologias. Ambos não devem ser tratados como domínios diferentes, mas como a interligação de duas esferas (LATOUR, 1993).

[...] Contra a imagem moderna e iluminada do sujeito moral autônomo, articularei, portanto, um sujeito moral moderno e heterônomo, cujas ações estão sempre intimamente entrelaçadas com o ambiente material em que ele se encontra (VERBEEK, 2011, p.22, tradução da autora).

Verbeek (2008, 2011) se baseou principalmente em quatro autores para sua ampliação dos fundamentos humanistas das teorias éticas convencionais: Bruno Latour, Don Ihde, Landon Winner e Michel Foucault. Esses autores serão tratados a seguir, de forma sucinta, com o objetivo de apresentar as referências teóricas que balizam a tese da EHFT.

Bruno Latour (1992) afirmou que a moralidade não deve ser buscada apenas entre os humanos, mas também entre as coisas. Ele argumentou que artefatos comportam moralidade porque eles ajudam as pessoas a tomar os mais variados tipos de decisões morais. As decisões são tomadas em conjunto entre humanos e artefatos, por isso o ambiente material interfere substancialmente nas escolhas. As ações são o resultado das intenções individuais, das estruturas sociais e do ambiente material das pessoas. Latour introduziu na temática um importante conceito, o de “roteiro”. Assim como nos filmes e peças de teatro, os artefatos prescrevem como seus usuários devem agir quando os usarem. Os artefatos determinam os *scripts* que prescrevem como o humano deve agir estimulando ações específicas ou inibindo outras. Eles modelam as ações humanas que não são apenas uma intenção individual, mas fazem parte de uma estrutura social e do ambiente material.

Enquanto o humanismo for construído através do contraste com o objeto...nem o humano nem o não-humano pode ser entendido (LATOUR, 1993 *apud* VERBEEK, 2011, p. 29, tradução da autora).

Conforme Latour (*apud* VERKERK *et al*, 2018, p. 268) “mesmo os atores não humanos são uma parte da rede social de aliados que criam fatos, fazem teorias bem-sucedidas ou permitem que tecnologias sejam bem-sucedidas”.

Don Ihde (1934-), filósofo estadunidense, é um dos principais nomes da Filosofia da Tecnologia com contribuições essenciais na Fenomenologia, Pós-

fenomenologia e Hermenêutica. Ihde (1990, 1991) foi fundamental na conceituação de mediação tecnológica e pós-fenomenologia.

O trabalho de Don Ihde concerne à dimensão hermenêutica da mediação tecnológica. Ihde analisa a estrutura das relações entre humanos e artefatos tecnológicos, além de investigar como as tecnologias ajudam a moldar, nas bases dessas relações, as percepções e as interpretações humanas da realidade (VERBEEK, 2008, p. 94, tradução da autora).

Outra influência importante na alegação da moralidade das coisas é Langdon Winner. Em 1980, ele publicou o artigo “Do artifacts have politics?”¹³ que trouxe grandes repercussões na FT.

Se, para avaliar a tecnologia, nossa linguagem política e moral incluir apenas categorias referentes às ferramentas e seus usos, se ela não incluir alguma atenção ao significado dos designers e dos arranjos dos nossos artefatos, então estaremos cegos a muito do que, na prática e intelectualmente, é crucial (WINNER, 2017, p. 202).

Nesse artigo, Winner analisa uma série de exemplos, mas o mais conhecido é o dos viadutos projetados pelo arquiteto Robert Moses sobre os parques em *Long Island* (Nova York) em meados do século XX. Eles foram considerados “racistas” por limitarem o acesso da população negra e pobre a ilha *Jones Beach*. Os viadutos eram tão baixos que impediam o acesso de ônibus às praias. O exemplo mostrou como um artefato material poderia ter um impacto político. Esse efeito pode ter sido proposital, como sugerido no exemplo, ou não intencional, trazendo consequências políticas inesperadas. Um caso de ação não intencional são as portas giratórias que impedem a entrada de cadeirantes. O trabalho de Winner sobre as intenções políticas dos artefatos subsidia as reflexões da Escola Holandesa sobre a moralidade dos artefatos.

Analogamente à afirmação de Winner de que os artefatos têm política, portanto, vale a pena investigar até que ponto os artefatos têm moralidade, dado o seu papel na ação moral e na tomada de decisões. Se ética é sobre a questão de “Como agir” e os artefatos ajudam a responder a essa pergunta, se eles não têm significado moral; pelo menos nos ajudam a fazer ética (VERBEEK, 2011, p. 12, tradução da autora).

Winner também analisou os efeitos das máquinas de colheita de tomate em grandes e pequenos agricultores e descobriu que eles beneficiavam

¹³ Traduzido para o português em 2017. Ver WINNER, 2017.

principalmente os grandes agricultores. Eles poderiam pagar e, assim, colher muito mais tomates do que antes. Isso aumentou a oferta e, assim, reduziu o preço por tomate ao produtor. Esse ainda era um benefício líquido para o grande agricultor, mas uma perda significativa para o pequeno agricultor. Agora eles precisavam colher mais tomates, com suas tecnologias mais limitadas, a fim de obter a mesma renda.

Outra influência importante no trabalho de Verbeek ao repensar o *status* do sujeito na teoria moral foi Michel Foucault. O autor desenvolveu uma abordagem ética na qual tratou o sujeito não como um ser autônomo, mas como produto das relações de poder e das influências exercidas sobre ele. Para Foucault

Os seres humanos não são apenas objetos do poder, mas também sujeitos que criam sua própria existência no contexto em confronto com essas estruturas (FOUCAULT, 1992, *apud* VERBEEK, 2011, p. 18, tradução da autora).

A abordagem ética na tecnologia historicamente esteve relacionada a seus efeitos, abordando a tecnologia como um “intruso essencial no reino dos seres humanos”. Porém, a Escola Holandesa de Filosofia da Tecnologia amplia essa visão através da abordagem “pós-fenomenológica” na qual a moralidade é interna aos artefatos e a existência dos humanos e dos artefatos não pode mais ser separada.

A metafísica humanista que está por trás da ética contemporânea precisa ser superada se queremos incluir a dimensão moral dos objetos e sua mediação da moralidade dos sujeitos (VERBEEK, 2011, p. 28, tradução da autora).

A EHFT consente que os artefatos comportam moralidade porque eles ajudam as pessoas a tomar os mais variados tipos de decisões morais que são tomadas em conjunto entre humanos e artefatos (LATOURET); que podem ter um impacto político proposital ou não intencional (WINNER) e que o sujeito não é um ser autônomo, mas um produto das relações de poder e das influências exercidas sobre ele (FOUCAULT). As tecnologias não são simplesmente instrumentos neutros que facilitam nossa existência, elas moldam o que fazemos e como experimentamos o mundo. A ética passa então a ser abordada como uma associação humano-tecnológica.

A abordagem pós-fenomenológica torna possível ir além da dicotomia modernista sujeito-objeto de duas maneiras distintas. Em primeiro lugar, Ihde mostra a necessidade de pensar em termos de

associações homem-tecnologia em vez de abordar assuntos humanos e objetos tecnológicos como entidades separadas. [...] Segundo, as relações mundo humano não podem ser vistas como relações entre sujeitos preexistentes que percebem e agem em um mundo preexistente de objetos, mas como locais onde ambos tanto a objetividade do mundo quanto a subjetividade daqueles que o experimentam e existem nele são constituídos. O que o mundo “é” e quais assuntos “são” surgem da interação entre humanos e realidade; o mundo que os humanos experimentam é “realidade interpretada” e a existência humana é “subjetividade situada” (VERBEEK, 2011, p. 15, tradução da autora).

Segundo a abordagem “pós-fenomenológica”, sujeitos e objetos se constituem surgindo uma “objetividade” específica do mundo e uma “subjetividade” específica dos seres humanos.

Meu interesse aqui é a ética da tecnologia e como ir além do viés humanista da ética, a fim de abrir espaço para a relevância moral dos artefatos tecnológicos (VERBEEK, 2011, p. 36, tradução da autora).

A abordagem interna da moralidade dos artefatos se constitui desde seu design, pois a tecnologia contribui ativamente para o modo como os humanos fazem a ética. Isso vai muito além de prevenir acidentes ou lidar com riscos.

Os holandeses fazem uma distinção entre a fase de design e a fase de utilização. Existem artefatos eticamente ambivalentes como aqueles relacionados à engenharia genética e nanotecnologia nos quais os usuários podem tomar decisões cruciais no uso que fazem dos artefatos. Isso foge do controle dos projetistas.

Portanto, é bom estar ciente de que o espaço para a ação dos engenheiros e gestores é limitado e que, assim, não podem ser responsabilizados por tudo o que acontece com seus produtos. Ainda assim, em sua própria esfera de atividade eles têm um grau de latitude que traz consigo uma responsabilidade específica (VERBERK *et al*, 2018, p.330).

O autor holandês Verbeek (2008) afirmou categoricamente que as tecnologias não são simplesmente instrumentos neutros que facilitam nossa existência. Enquanto cumprem sua função, elas moldam o que fazemos e como experimentamos o mundo. E, ao fazê-lo, contribuem ativamente para a maneira como vivemos nossas vidas.

A tecnologia organiza uma situação de escolha criando dilemas morais que não existiam e sugerindo maneiras de lidar com eles. Isso vai muito além de prevenir acidentes. Possibilita que a teoria ética amplie seu escopo. O exame de ultrassom, por exemplo. Antes da criação desse artefato, os pais não tinham a

opção de escolher se queriam levar uma gravidez de risco a termo, o que já é possível com o diagnóstico precoce. Além do diagnóstico, a tecnologia possibilita que a experiência seja encaminhada de outra forma, como cirurgias intrauterinas e mastectomia para pessoas com grande probabilidade de desenvolverem câncer de mama. Isso transforma o humano em paciente em potencial, assim como a arma o torna em um assassino em potencial.

Além de tratar as tecnologias em termos de funcionalidade, decisões morais e responsabilidades dos projetistas, Verbeek (2008) propõe ir além dessa abordagem externalista e buscar uma análise do significado moral das tecnologias em si mesmas. Comumente, os estudos de caso da ética da engenharia e da ética do *design*

[...] tratam as tecnologias em termos de funcionalidade: tecnologias são projetadas para fazer algo e se elas falham em fazê-lo adequadamente, são mal projetadas. O que esses estudos de caso perdem de vista são os impactos de tais tecnologias em nossas decisões morais e ações, bem como na qualidade de nossas vidas (VERBEEK, 2008, p.92, tradução da autora).

Verbeek (2008, 2011) recorre também à teoria ética.

Em teoria ética, qualificar algo como um agente moral exige, pelo menos, a posse de **intencionalidade** e de algum grau de **liberdade**. Para ser considerado moralmente responsável por uma ação, um agente precisa ter a intenção de agir de um modo específico e a liberdade de cumprir tal intenção (VERBEEK, 2008, p.93, tradução e grifos da autora).

Alguns conceitos serão essenciais para desenvolver a temática da abordagem internalista: neutralidade (4.2.1), mediação (4.2.2), intencionalidade (4.2.3) e liberdade (4.2.4).

4.2.1 Neutralidade

Os artefatos técnicos desempenham um papel ativo na relação Humano-Mundo, portanto, não são instrumentos neutros.

Tecnologias não são instrumentos ou intermediários neutros, mas mediadores ativos que ajudam a moldar a relação entre pessoas e realidade (VERBEEK, 2008, p.93, tradução da autora).

O simples fato de existirem transforma a percepção humana, mesmo que de forma inconsciente. Exemplo disso é a lombada das ruas e as demais formas de controle de velocidade que interferem na atuação das pessoas.

4.2.2 Mediação

O conceito de “mediação tecnológica” já analisado anteriormente por Latour (1992) e Ihde (1990) é retomado por (VERBEEK, 2008, 2011) para embasar seus argumentos a respeito de uma moralidade dos artefatos.

Quando tecnologias são usadas, elas sempre ajudam a moldar o contexto em que elas cumprem sua função. Elas ajudam a moldar as ações e as percepções humanas, além de criar novas práticas e novos modos de vida. Esse fenômeno foi analisado como “mediação tecnológica”: as tecnologias realizam a mediação das experiências e das práticas de seus usuários (VERBEEK, 2008, p.92, tradução da autora).

Ihde (1990) cita sete maneiras pelas quais as tecnologias podem ajudar a moldar a experiência da realidade das pessoas: (1) incorporação; (2) amplificação; (3) redução; (4) multiestabilidade; (5) mediação da ação; (6) inibição; (7) estímulo. Os artefatos sempre realizam a mediação das experiências e das práticas de seus usuários facilitando seu envolvimento com a realidade. Essa mediação torna possível atribuir aos artefatos a capacidade de constituir intenções. De acordo com essa abordagem, tecnologias são analisadas nos termos de seus papéis mediadores nas relações entre humanos e realidade. A ideia central é que tecnologias sempre estabelecem uma relação entre os usuários e seu ambiente. A mediação transforma a percepção humana e leva a uma ação. O uso do artefato organiza uma situação de escolha que não existia antes de sua criação como os diversos dilemas médicos que surgiram com o desenvolvimento dos testes genéticos.

Essa mediação pode ser pragmática ou hermenêutica. A pragmática está associada a ações específicas enquanto a hermenêutica a “estrutura das relações entre humanos e artefatos tecnológicos, além de investigar como as tecnologias ajudam a moldar, na base dessas relações, as percepções e as interpretações humanas da realidade” (VERBEEK, 2008, p.94, tradução da autora).

Tecnologias podem ser utilizadas de maneiras imprevistas e, por isso, podem desempenhar funções mediadoras imprevistas. Formas inesperadas e involuntárias de mediação podem aparecer mesmo quando tecnologias são

utilizadas segundo seus projetistas pretendiam. Projetistas exercem um papel crucial na mediação, mas não o único papel, pois os usuários também têm um papel a desempenhar exercendo um consumo consciente.

Feenberg (2019)¹⁴ reflete sobre uma pressão social, cidadã que pode, com o tempo, reverter uma tecnocracia de uma minoria.

Langdon Winner descreve a tecnologia como um tipo de constituição, na medida em que ela determina o quadro de referência das nossas vidas e decide questões políticas importantes, pela forma que ela dá às nossas relações sociais, à medida que a usamos. Dada a sua variedade, a tecnologia talvez possa ser comparada mais precisamente com um código de leis. E tal como a legislação, a tecnologia serve melhor aos interesses e preocupações de uns do que de outros. Assim como é possível reconstituir as ligações entre as leis e aqueles que elas representam, também é possível dizer que as tecnologias representam os seus usuários. Essa é uma razão para preferir um regime tecnológico democrático que, tal como a democracia política, nos permite a mais ampla representação possível (FEENBERG, 2019, p. 98).

Assumir a responsabilidade pela mediação tecnológica é uma questão de estabelecer uma interação com a agência de futuros usuários e de tecnologias em fase de design. Para encarar a imprevisibilidade e a complexidade da mediação tecnológica, é importante buscar conexões entre o contexto do design e o contexto do uso futuro. Os projetistas tentarão antecipar todas as mediações relevantes. As análises de mediação podem ser incluídas na ética da tecnologia e do design.

Os artefatos técnicos mediam a percepção por meio de **intencionalidades tecnológicas**: sua “direção” na organização da percepção. Eles mediam a ação por meio de **scripts**, que prescrevem como agir quando se usa um artefato. A **mediação tecnológica** depende do contexto e sempre implica uma tradução da ação e uma transformação da percepção. A tradução da ação tem uma estrutura de convite e inibição; a transformação da percepção, uma estrutura de amplificação e redução (VERBEEK, 2011, p. 11, tradução e grifos da autora).

A teoria ética deve ampliar seu escopo incorporando o fenômeno da mediação tecnológica, pois os artefatos possuem um papel ativo na relação entre os humanos e o mundo que o rodeia.

¹⁴ Para a EHFT, o que é significativo no pensamento de Feenberg é que o desenvolvimento de uma nova tecnologia não é determinado apenas pelas considerações técnicas-científicas. A tecnologia sempre tem algo indefinido, há outras considerações sociais como as autoridades e os consumidores. A tecnologia pode, portanto, ser um meio de realizar os objetivos sociais (VERKERK *et al*, 2018).

4.2.3 Intencionalidade

Os artefatos técnicos mediam a percepção dos humanos através das intencionalidades tecnológicas. Eles direcionam a percepção humana, mudam a sua vida e suas escolhas. A intenção nesse caso não é similar à humana, pois os artefatos não agem deliberadamente. Porém, ao resgatar o sentido literal da palavra latina *intendere* que significa “direcionar”, “direcionar o curso de alguém”, “direcionar a mente de alguém” passa a fazer sentido já que, através da mediação, os artefatos direcionam as ações humanas (VERBEEK, 2008, 2011).

Essa intencionalidade não é uma propriedade fixa dos artefatos, dentro de diferentes relacionamentos, os artefatos podem ter diferentes “identidades”. Como ocorreu com o telefone e a máquina de escrever que foram criados para ajudar cegos e pessoas com deficiência auditiva, mas foram interpretados de forma diferente ganhando outros usos (VERBEEK, 2011, p.9).

Ihde chama essa capacidade transformadora de tecnologia “intencionalidade tecnológica”: as tecnologias têm “intenções” e, portanto, eles não são instrumentos neutros, mas desempenham um papel ativo no relacionamento entre humanos e seu mundo. [...] Ihde chama esse fenômeno de “multiestabilidade”: uma tecnologia pode ter várias “estabilidades”, dependendo da maneira como está incorporada em um contexto de uso. As intencionalidades tecnológicas, portanto, são sempre dependentes das estabilidades específicas que surgem (IHDE, 1990 *apud* VERBEEK, 2011, p. 9, tradução da autora).

Não existe algo que se possa denominar “intencionalidade tecnológica”; intencionalidade é, sempre, uma relação híbrida englobando intenções humanas e não humanas, “intenções compostas” com intencionalidades distribuídas sobre os elementos humanos e não humanos em relações humano-tecnologia-mundo. Ao invés de ser “derivada” de agentes humanos, essa intencionalidade acontece no contexto de associações entre humanos e não humanos. Por esse motivo, poderia ser designada como “intencionalidade híbrida” ou “intencionalidade distribuída”. A intencionalidade dificilmente consiste em um tópico puramente humano, é uma questão humano-tecnologia.

4.2.4 Liberdade

A liberdade não deveria ser entendida como ausência de influências externas sobre os agentes, mas como uma prática em lidar com tais influências ou mediações. A liberdade humana em contextos de tomada de decisão moral jamais é absoluta, pois depende de situações específicas incluindo a infraestrutura material (VERBEEK, 2008, 2011).

Em associações humano-tecnologia que incorporam intencionalidade híbrida, a liberdade também deveria ser concebida como distribuída entre os elementos humanos e não humanos em tais associações.

O caráter completamente mediado por tecnologias de nossa vida cotidiana torna difícil tomar a liberdade como um critério absoluto para a agência moral. Artefatos ajudam a constituir a liberdade fornecendo o ambiente material no qual a existência humana ocorre e ganha forma.

Assim como a intencionalidade, a liberdade também parece ser uma relação híbrida, mais frequentemente situada nas associações entre seres humanos e artefatos (VERBEEK, 2008, p.98, tradução da autora).

No capítulo 5 será explicado como a ética na engenharia pode ser ampliada a partir da abordagem da moralidade dos artefatos.

5 CONTRIBUIÇÕES DA ESCOLA HOLANDESA PARA A EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

Neste capítulo, as reflexões acerca da moralidade dos artefatos da EHFT serão relacionadas com a Educação Tecnológica (ET) a fim de destacar as contribuições que uma disciplina de FT pode trazer para a formação tecnológica. O conceito de ET adotado será o desenvolvido por Grispun em *Educação Tecnológica: desafios e perspectivas* de 1999. Para exemplificar o desenvolvimento de um artefato moral, será trazido o projeto desenvolvido no CEFET-MG, na unidade de Divinópolis (CEFET, 2018a).

5.1 A Educação Tecnológica

Não existe consenso em relação ao conceito “Educação Tecnológica”:

A expressão educação tecnológica não possui um consenso no seu significado, uma vez que pode se direcionar mais para os aspectos inerentes à educação e ao ensino técnico, como, também, pode referir-se aos mecanismos e processos advindos do desenvolvimento científico tecnológico (GRINSPUN, 1999, p. 55).

A Secretaria de Educação Média e Tecnológica do MEC (BRASIL, 2004, p. 13) afirma que a ET se refere a uma concepção “ainda imprecisa e pouco esclarecida no que tange a seu corpo doutrinário, bem como no que diz respeito à sua organização e práticas pedagógicas”.

Oliveira (2003, p. 19) ressalta que conceituar a ET não é uma tarefa fácil, por se tratar de um tema relativamente novo, polêmico, pouco pesquisado e que recebe interpretações muito diferenciadas.

Alguns autores direcionam a conceituação mais para os aspectos inerentes à educação e ao ensino técnico enquanto outros aos mecanismos e processos advindos do desenvolvimento científico tecnológico. Há também uma via Marxista, que é seguida por Frigotto, Marise Ramos e Lucília Machado que usa como referência o trabalho e o conceito de politecnia (GRISPUN, 1999).

Segundo Grispun (1999), o conceito de ET pode ser abordado sob duas óticas: (1) a formação do indivíduo para viver na era tecnológica, de uma forma mais crítica e humana ou (2) a aquisição de conhecimentos necessários à formação profissional. Um equilíbrio conceitual deve ser alcançado entre técnica e subjetividade.

Para Bastos (1998, p. 57), a questão não é mais ensinar uma tarefa/ofício, mas sim “despertar o indivíduo para o valor da tecnologia, sua utilização e a capacidade e possibilidade que ele possui de poder transformar e criar novas tecnologias”.

Embora não exista consenso quanto ao conceito, a ET, de forma prática, é muito antiga no Brasil. Sua origem está ligada ao ensino técnico que, em 1909, criou suas primeiras escolas técnicas a fim de formar artífices que dominavam o trabalho manual. Com o surgimento da industrialização, tem início a educação paralela ao sistema regular com instituições como o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) em que se preparava a mão de obra para o mercado de trabalho.

Na década de 1960, a questão do ensino técnico é retomada em virtude do avanço tecnológico. O termo Educação Tecnológica, porém, só começou a ser usado nos documentos oficiais no início da década de 1970, após a recomendação da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), em 1962, que sugere pensar uma educação com a finalidade de preparar as pessoas para viver em numa “era tecnológica”.

A Lei nº 5692/71 instituiu o ensino profissionalizante como obrigatório. A Lei nº 6545/78 foi decisiva, já que criou os Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs) instituindo as novas autarquias com a finalidade de ministrar cursos da área de tecnologia e de formação de professores (GRINSPUN, 1999).

A Educação Tecnológica é a intermediária entre a educação e as tecnologias. Seu compromisso não deve ser somente com a diversidade de conteúdos, mas com as diferentes linguagens e com a formação de competências sociais. Estando diante de uma nova linguagem, a comunidade acadêmica se vê forçada a uma nova alfabetização.

Neste sentido, a educação tecnológica seria a mediação para discutirmos os pontos principais entre esta educação (o que, para que e como formar) e as tecnologias (GRINSPUN, 1999, p. 62).

A ET não deve ser restrita ao ensino médio ou superior, mas a todos os segmentos de ensino, com as devidas peculiaridades de cada etapa. Sua finalidade principal é a formação da cidadania, proporcionando ao indivíduo uma vida melhor em uma sociedade em constante transformação. Ela está ligada a uma concepção

de educação mais ampla, transformadora, progressista e crítica que valorize mais o ser que o fazer.

A educação tecnológica, acredito, deve ser vivenciada em todos os segmentos de ensino, guardando em cada um deles as peculiaridades que o currículo e o desenvolvimento do aluno proporcionam (GRINSPUN, 1999, p. 63).

Como características, pode-se afirmar, conforme Grispun (1999), que a ET não impõe o ensino de novas tecnologias; exige uma interação da teoria e prática; busca integrar o ensino e pesquisa; procura identificar as novas exigências a partir do trabalho e não o contrário; baseia-se no saber-fazer, saber-pensar e criar; não se esgota na transmissão de conhecimentos, mas busca a construção deles; não é tecnicismo, determinismo ou conformismo; o comprometimento é bem maior com o processo do que com o produto/resultado final; despertar no indivíduo o lado humanístico da tecnologia, e por outro lado, instigá-lo à rede de conhecimentos e saberes que a tecnologia propicia.

Pode-se afirmar que, no conceito de ET descrito, há uma “simbiose substantiva”, pois a palavra tecnológica não é apenas um qualificador, meio da educação. Seu conceito traz uma dimensão complexa e abrangente que carrega em si a revolução, transformação e superação.

Isso é corroborado por Bastos (1998) quando afirma que a educação

[...] não é adjetiva, pura e simplesmente da tecnologia, como ela estivesse incompleta e necessitando de técnicas para se tornar prática. É uma educação substantiva, sem apêndices e nem adendos. Existe por si só, não para dividir o Homem pelo trabalho e pelas aplicações técnicas. É substantiva porque unifica o ser humano empregando técnicas que precisam de rumos e de políticas para serem ordenadamente humanas. É substantiva porque é um Todo: educação como parceira da tecnologia e esta como companheira da educação – ambas unidas e convencidas a construir o destino histórico do Homem sem dominação e sem escravidão aos meios técnicos (BASTOS, 1998, p. 34).

Como desafios para a ET no Brasil pode-se citar: a redução da importação de tecnologia mediante desenvolvimento de pesquisas e produção interna; construção do objeto, por meio de pesquisas na área; superação do currículo, não se limitando ao mercado de trabalho, mas voltando para uma formação para a vida; definições de políticas públicas que apoiem seus objetivos e finalidades.

De acordo com Grinspun, a finalidade da ET é

Formar um indivíduo, na sua capacidade de pessoa humana, mais crítico e consciente para fazer a história do seu tempo com possibilidade de construir novas tecnologias, fazer uso da crítica e da reflexão sobre a sua utilização de forma mais precisa e humana, e ter condições de, convivendo com o outro, participando da sociedade em que vive, transformar essa sociedade em termos mais justos e humanos (GRINSPUN, 1999, p. 29).

Embora ciente do passado, a ET está sempre voltada e atenta ao futuro. Mesmo baseada na tecnologia, não perde seu foco que é o ser humano capaz de produzir e transformar essa tecnologia

5.2 Acidentes de trânsito: um problema social

Seguindo a metodologia da EHFT da prática como primazia através da exploração de estudos de caso, a seguir o exemplo concreto do desenvolvimento de um etilômetro no CEFET-MG será analisado para ilustrar a abordagem internalista da moralização do dispositivo.

Conforme a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2019), cerca de 1,35 milhão de pessoas morrem a cada ano em decorrência de acidentes no trânsito. Importante ressaltar que 93% dessas mortes ocorrem em países de baixa e média renda, apesar desses concentrarem 60% dos veículos do mundo.

Embora a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015) tenha fixado como meta reduzir pela metade o número de mortos e feridos de trânsito em todo o mundo, o Brasil parece estar na contramão dessa tendência através de Projeto de Lei (PL) nº 3267 que altera a Lei nº 9503 (BRASIL, 1997) que trata do Código de Trânsito. Esse PL foi entregue à Câmara no dia 6 de junho de 2019. O projeto traz medidas polêmicas como a redução de penalidade para motoristas que levam crianças fora das cadeirinhas; aumento de cinco para dez anos do prazo para validade de Carteira Nacional de Habilitação (CNH); fim do exame toxicológico para motoristas profissionais e aumento do número de pontos de 20 para 40 para condutores terem a suspensão da CNH.

Os riscos da associação do álcool com a direção são múltiplos como: a redução da capacidade psicomotora; a alteração na capacidade de raciocínio; o retardo para respostas e condições adversas; a visão e a audição alteradas; a falta

de atenção; a perda de reflexo e a sonolência. Todos esses sintomas são imediatos e prejudicam diretamente a condução.

A Lei nº 11.705 (BRASIL, 2008), mais conhecida como Lei Seca, enrijeceu bastante a legislação com quem dirige e ingere álcool determinando que qualquer quantidade de álcool registrada no bafômetro sujeita o motorista às penalidades. Essa medida impôs importantes mudanças no comportamento dos motoristas reduzindo em 14% o número de mortes por acidentes de trânsito no país no período de 2008-2017 (BRASIL, 2017).

Apesar do rigor da lei, a fiscalização ainda é bem deficiente o que coloca o Brasil como o quarto país da América em número de mortes do trânsito (ONU, 2015).

O etilômetro, vulgarmente chamado de bafômetro, é conhecido devido às reações que envolvem o álcool etílico presente na baforada do suspeito e um reagente. Ele permite determinar a concentração de bebida alcóolica em uma pessoa, analisando o ar exalado dos pulmões. O uso do artefato é muito polêmico sendo considerado por muitos juristas como inconstitucional.

Desde 2008, o uso do etilômetro nas *blitze* pelo condutor é opcional, porém o valor da multa por dirigir embriagado é o mesmo caso o motorista se recuse a fazer o teste, R\$ 2.934,70, e sete pontos na carteira. Em alguns casos, pode haver suspensão da CNH e retenção do veículo. Nas situações mais graves, até mesmo a detenção do motorista embriagado pode ocorrer.

O texto da Lei nº 11.705 (BRASIL, 2008) é bem claro em relação ao seu principal objetivo, expresso no artigo 1º:

Art. 1º Esta Lei altera dispositivos da Lei no 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro, com a finalidade de estabelecer alcoolemia 0 (zero) e de impor penalidades mais severas para o condutor que dirigir sob a influência do álcool.

A criação de um dispositivo que condicionasse os motoristas a terem uma atitude responsável, assim como já ocorre com outros artefatos que sinalizam a falta do cinto de segurança ou o porta malas aberto é uma realidade possível do ponto de vista tecnológico há alguns anos.

A montadora sueca Saab projetou um minibafômetro que funciona como chaveiro e também impede o acionamento do veículo. O chaveiro está disponível na Suécia desde 2005 (AMOROSO, 2009).

Já a japonesa Toyota criou, em 2010, em parceria com a empresa Hino um dispositivo que media o teor alcoólico do hálito do motorista e que poderia bloquear a partida do automóvel caso o limite tolerável fosse ultrapassado (CEFET, 2018a; AMOROSO, 2009). Porém, o seu custo seria bastante alto.

A diferença do sistema sueco para o da Toyota é que, com o primeiro, qualquer pessoa sóbria pode ativar a chave sem a necessidade de identificação e a iniciativa da Toyota é mais voltada para frotas nas quais os motoristas passam por um processo de identificação e são monitorados pelos responsáveis (AMOROSO, 2009).

A Nissan também já teve iniciativas nesse sentido com a criação de um “carro-conceito” com sensores de odor nos bancos do motorista e do passageiro e um detector ultrasensível na alavanca do câmbio para medir a transpiração da palma da mão do motorista. Ao ser constatado o excesso de álcool, o veículo é parado (AMOROSO, 2009). Em 2015, a Fiat desenvolveu o “Fiat Safe Key”. Nesse produto, o etilômetro era instalado na chave do carro (CEFET, 2018a).

No Canadá, por exemplo, o famoso “balloune” ou “BAC” é um artefato obrigatório que mede a quantidade de álcool no sangue por um período definido pelo juiz para aqueles motoristas que já cometeram infração por dirigirem embriagados.

No Brasil, o uso de etilômetros nos veículos ainda não é uma realidade. O Projeto de Lei 4829/12 (BRASIL, 2012) pretendia obrigar fabricantes, montadoras e importadoras do setor automotivo a instalarem etilômetros em seus veículos. Porém, em 2017, a Comissão de Viação e Transportes rejeitou a proposta desse PL. Segundo o relator no colegiado, Deputado Diego Andrade (PSD-MG)

Compete à vontade e à conveniência dos proprietários de instalarem ou não esses equipamentos, não havendo necessidade de criarmos, por meio de lei, mais uma interferência estatal de burocratização da cadeia produtiva (SOUZA, 2017).

A seguir, o relato da experiência desenvolvida no CEFET-MG de desenvolvimento de um bafômetro acoplado ao carro.

5.3 A experiência do CEFET-MG

Um grupo de alunos do ensino médio do curso de Mecatrônica do CEFET-MG na cidade de Divinópolis desenvolveu um projeto de etilômetro acoplado ao carro que tem a função de impedir a partida do veículo caso o motorista tenha

ingerido um teor de álcool elevado. O trabalho cujo título foi “Desenvolvimento de um bafômetro controlado por um arduino” conquistou o 1º lugar na categoria Ciência e Inovação Tecnológica e 1º lugar geral da 28ª Mostra Específica de Trabalhos e Aplicações (META) realizada no *campus* (CEFET, 2018c).

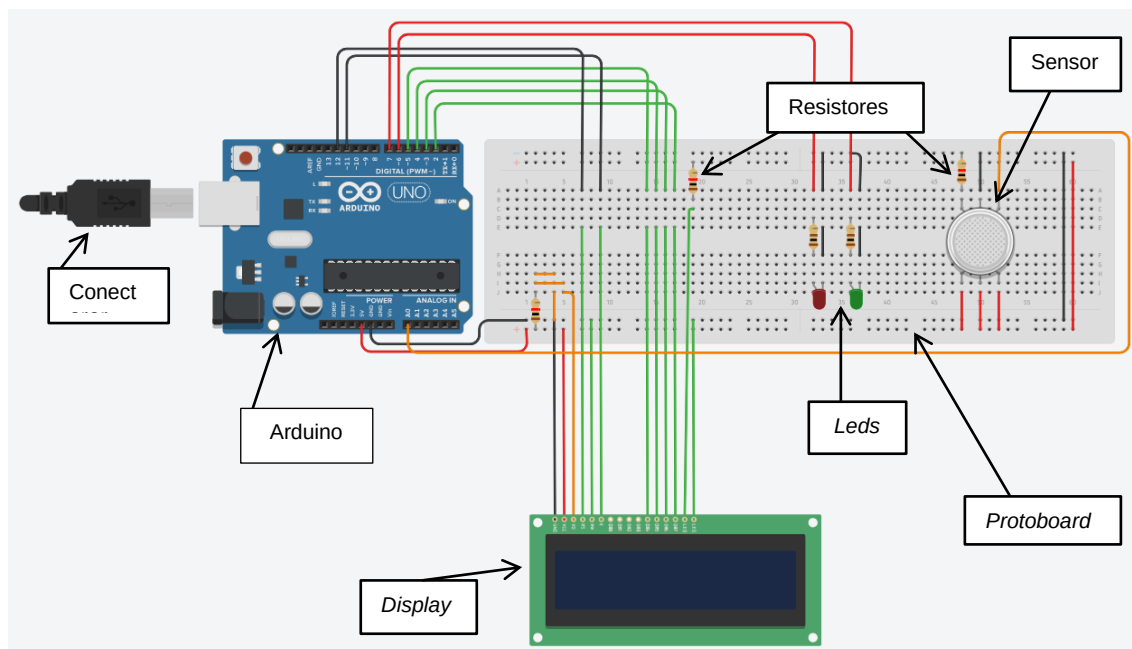
Conforme fica explicitado no “Projeto do bafômetro controlado por um arduino”, o trabalho teve motivação social e foi impulsionado pela possibilidade de um dispositivo de baixo custo, diferente de iniciativas similares, inviáveis em virtude do valor.

Esse Projeto (CEFET, 2018a) foi desenvolvido sob a orientação de um professor da instituição que possui formação em engenharia e atendeu as exigências do Edital 59/2018 (CEFET, 2018b).

O estudo de caso explicita várias etapas do processo de concepção de um projeto. Ele é formado de uma estrutura mecânica, eletrônica e de programação.

Foram utilizados: computador; a plataforma *TinkerCAD*; o *software SolidWorks* e o aplicativo *Sketh*. Para a montagem eletrônica, foram utilizados: sensor de gás MQ-3 álcool; arduino; resistores; LED verde e vermelho; *liquid crystal display* (LCD) e *protoboard* (FIGURA 1).

Figura 1 – Montagem dos equipamentos no circuito no *TinkerCAD* – CEFET – 2018



Fonte: Dados básicos: CEFET, 2018a.

Adaptação da autora.

Para a programação, foi utilizada a linguagem do arduino, semelhante a C/C++. A mensagem “SOPRE O SENSOR” aparece no display. Se “if” o teor alcoólico for “ ≤ 20 ” a lâmpada Led verde “LedG” acenderá e a mensagem “LIBERADO” aparecerá no display com a partida do carro autorizada. Se não “else”, a lâmpada Led vermelha “LedV” acenderá e a mensagem “NEGADO” aparecerá no display ficando o carro impedido de dar a partida (FIGURA 2).

Figura 2 – Programação do dispositivo no *TinkerCAD* – CEFET – 2018

```

1  #include <LiquidCrystal.h>
2  LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
3
4  const int sensor = A0;
5  int teor = 0;
6  const int ledV = 6;
7  const int ledG = 7;
8
9  void setup()
10 {
11     lcd.begin(16, 2);
12     pinMode(ledV, OUTPUT);
13     pinMode(ledG, OUTPUT);
14     Serial.begin(9600);
15 }
16
17 void loop()
18 {
19     lcd.setCursor(1, 0);
20     lcd.print("SOPRE O SENSOR");
21     teor = analogRead(sensor);
22     teor = map(teor, 85, 381, 0, 100);
23     Serial.println(teor);
24     delay(200);
25
26     if (teor <= 20)
27     {
28         lcd.clear();
29         digitalWrite(ledV, LOW);
30         digitalWrite(ledG, HIGH);
31         lcd.setCursor(4, 0);
32         lcd.print("LIBERADO");
33         delay(100);
34     }
35
36     else
37     {
38         lcd.clear();
39         digitalWrite(ledG, LOW);
40         digitalWrite(ledV, HIGH);
41         lcd.setCursor(4, 0);
42         lcd.print("NEGADO");
43         delay(100);
44     }
45 }
46
47 }

```

Fonte: CEFET, 2018a.

Até mesmo um *slogan* foi criado para a competição: “Se beber, não liga”. A fim de trazer o protótipo à realidade, foi desenvolvida uma logomarca no programa *Sketchbook* que mostra a relação do teor alcoólico baixo (-) com o ato de dirigir (DRYVE) e o teor alto (+) à impossibilidade de dirigir (FIGURA 3).

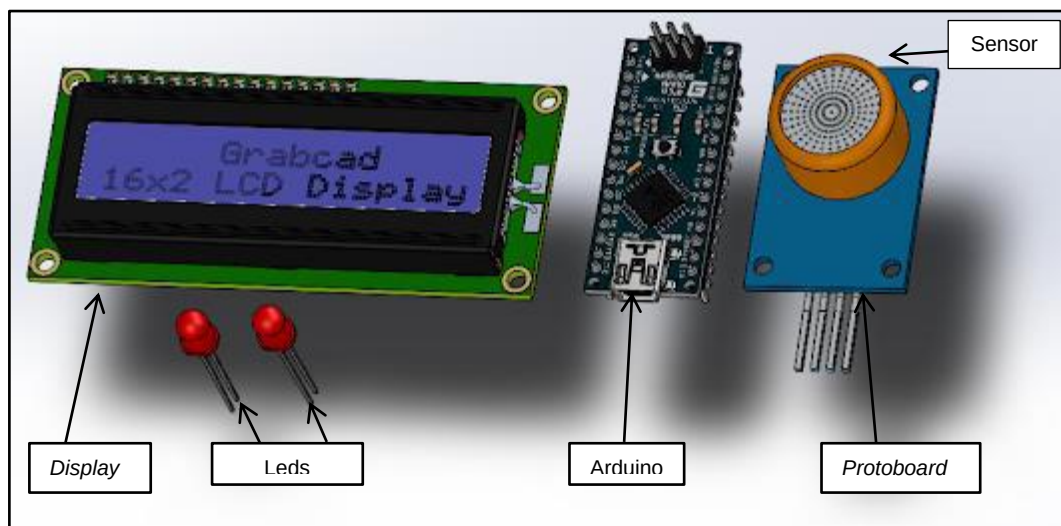
Figura 3 – Logomarca no programa *Sketchbook* – CEFET – 2018



Fonte: CEFET, 2018a.

Finalmente, um desenho esquemático dos componentes do projeto foi desenvolvido no *software SolidWorks* (FIGURA 4).

Figura 4 – Desenho esquemático dos componentes do projeto – CEFET – 2018



Fonte: CEFET, 2018a.

Adaptação da autora.

Até a competição realizada em 2018, o grupo alcançou essas etapas do desenvolvimento do etilômetro. A montagem de um circuito estava prevista pela equipe, mas a falta de uma peça na cidade, o sensor de gás MQ-3 álcool, impossibilitou sua montagem a tempo da competição.

Apesar das mortes no trânsito causadas pelo uso do álcool ser um grande problema social e de saúde pública, o poder político continua refletindo o interesse econômico de uma minoria tomando medidas como o arquivamento do Projeto de

Lei de exigência do etilômetro acoplado à ignição. Uma alternativa viável para a implantação desse artefato seria, a princípio, o bafômetro ser opcional nos carros. Isso já ocorreu com outros dispositivos de segurança como o freio ABS, o *air bag* e o cinto de segurança.

5.4 Um design responsável

Filósofos holandeses como Pieter Vermaas, Peter Kroes, Ibo van de Poel e Maartan Franssen ponderam que o conceito de tecnologia vai além dos produtos tecnológicos englobando também como são desenvolvidos e usados (VERMAAS *et al.*, 2011).

Estudioso da EHFT, Szczepanik (2017, p.3) afirma que

Design é o ponto de partida para a criação e o desenvolvimento de um artefato. Ele é um processo, ou seja, um conjunto de atividades ordenado e racional que tem como ponto de partida a identificação de um problema tecnológico e busca solucioná-lo, desenvolvendo um artefato ou um dispositivo que seja funcional.

Para Szczepanik (2017), design é projetar e criar coisas, como um processo. Esse processo equivale ao método na ciência. O design tradicional era dado conjuntamente com a criação e com o desenvolvimento do próprio artefato, porém, atualmente, as etapas de projeção e fabricação de artefatos encontram-se separadas. O planejamento dos artefatos passou a ocupar, dessa forma, um papel crucial no processo (VERKERK *et al.*, 2018; SZCZEPANIK, 2017).

Outro aspecto relevante do design é a possibilidade de uma visualização prévia que permite, através de uma representação espacial, entender e sintetizar melhor o próprio dispositivo. A visualização expõe as principais características do novo artefato técnico por meio de plantas, desenhos, imagens, maquetes ou miniaturas dispensando a linguagem verbal.

A visualização prévia pode evitar o surgimento de um conjunto de problemas que talvez pudessem emergir após a construção de determinado artefato estar concluída. Nesse sentido, a criação e a projeção de artefatos técnicos não dependem única e exclusivamente das propriedades técnicas. Um artefato pode ser criado e ser programado para desempenhar suas funções de um modo muito eficiente, mas os usuários poderão encontrar enormes dificuldades em manuseá-lo comprometendo, conseqüentemente, a sua funcionalidade. Em muitos casos, faz-se necessário desenvolver um plano de uso, isto é, um manual que contenha instruções básicas

sobre como que se deve utilizar adequadamente determinado dispositivo (SZCZEPANIK, 2017, p. 10).

Engenheiros não projetam apenas um artefato, mas também um plano operacional, também chamado de plano de uso. Esse manual pode ser convencional, implícito, externo ao artefato, na forma impressa ou digital conforme Figura 5.

Figura 5 – Manual de instruções de um etilômetro digital

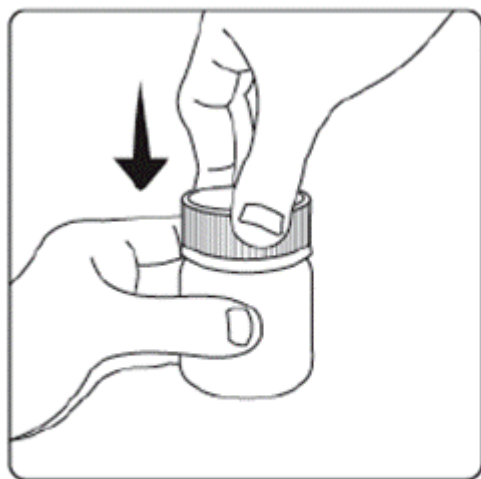


Fonte: INSTRUTHERM. Disponível em: <https://www.instrutherm.net.br/media/catalog/product/b/f/bfd-100.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2020

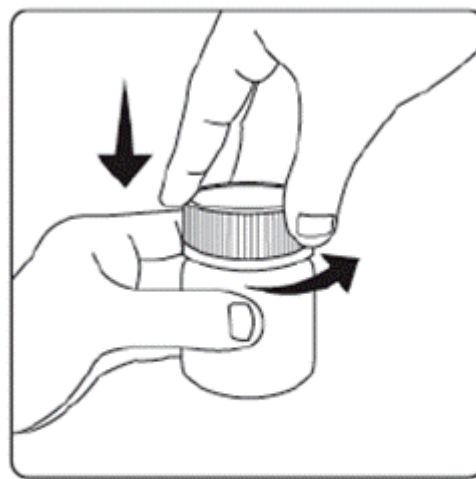
Também pode ser explícito ao artefato, presente no próprio design como as setas inseridas em alguns artefatos e o mecanismo especial de segurança dos frascos de medicamentos infantis que dificultam sua abertura por crianças (FIGURA 6).

Os engenheiros mudam o mundo para melhor e pior por meio dos artefatos que eles projetam. Uma maneira pela qual eles fazem isso é projetando normas comportamentais para os usuários. Essas normas comportamentais podem ser parte integrante do plano de uso de um artefato que é comunicado aos usuários, mas elas podem também estar inerentemente presentes no design do artefato (VERMAAS *et al*, 2011, p. 52, tradução da autora).

Figura 6 – Frasco de medicamento com mecanismo especial de segurança



Pressione a tampa para baixo



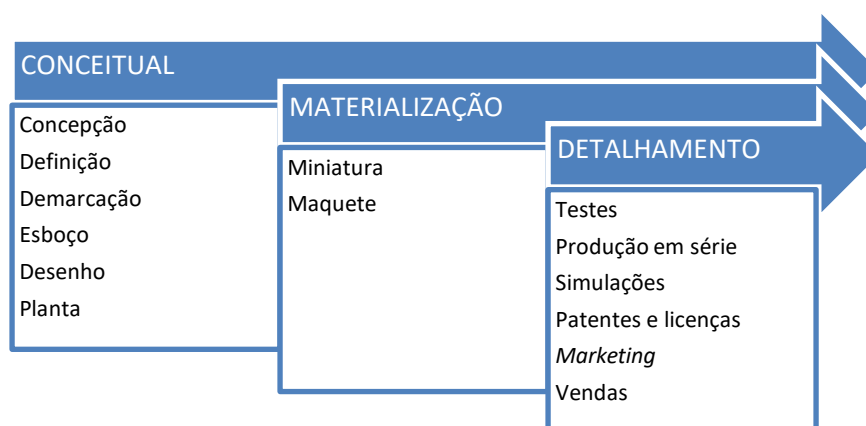
Mantendo a tampa pressionada, gire-a no sentido indicado na figura (anti-horário)

Fonte: BULASMED. Disponível em: <https://www.bulas.med.br/p/detalhamento-das-bulas/1211854/como+devo+usar+este+medicamento+combodart.htm>. Acesso em: 06 fev. 2020.

O design para construção de um artefato pode ser composto de várias etapas, como o método na ciência, mas nem todos os artefatos percorrem todas as fases (VERKERK *et al.*, 2018). Quanto mais complexo o artefato, mais etapas ele percorrerá e mais profissionais, tempo e recursos serão envolvidos no processo. Os limites de cada etapa são tênues e elas se sobrepõem em alguns casos (VERMAAS *et al.*, 2011).

Segundo Vermaas *et al.* (2011) existem três fases do processo de design: (1) conceitual; (2) materialização e (3) detalhamento. A partir de sua conceituação, pode-se construir a Figura 7.

Figura 7 – As três fases do processo de design



Fonte: Dados básicos: VERMAS *et al.*, 2011, tradução da autora.
Elaboração da autora.

A fase conceitual é verbal, mediante contato com o cliente buscando entender e atender sua demanda. Os engenheiros traduzem os objetivos dos clientes em funções e essas funções em descrições dos artefatos. O processo de demarcação da proposta do trabalho tecnológico ocorre em virtude dos limites do desenvolvimento de qualquer artefato. Esses podem ser físicos, tecnológicos, ambientais, éticos, econômicos etc. Interessante observar que essas limitações são dinâmicas e muitas vezes temporárias, daí justificar o termo design aberto¹⁵. Um material indisponível em um momento pode não o ser em outro viabilizando a criação ou aperfeiçoamento de um artefato. Por outro lado, a legislação muitas vezes estimula ou paralisa o desenvolvimento de outros. Nessa fase também já ocorrem visualizações do futuro artefato como esboços, desenhos e até maquetes.

Na fase de materialização, buscam-se soluções técnicas a partir de elementos materiais existentes. Essa fase é muito importante para prever problemas e até mesmo propiciar vendas preliminares para captar recursos para a produção em série.

¹⁵ Design aberto ou *open design* é um processo colaborativo orientado à inovação aberta. Pode ser entendido como o design cujos criadores permitem sua livre distribuição e documentação, além de modificação e derivações – uma definição semelhante do modelo do *software* livre. Permitem a livre participação de equipes multidisciplinares além de usuários nas mais diversas fases do projeto (INSTITUTO FABER-LUDENS, 2012).

Finalmente, ocorre a fase de detalhamento na qual a descrição física dos componentes escolhidos é adaptada aos objetivos que se pretende atingir. É a fase dos testes e ajustes.

Voltando ao projeto de etilômetro do CEFET-MG, pode-se afirmar que ele está basicamente na Fase Conceitual. Com a montagem do circuito, passaria para a Fase de Materialização, embora a logomarca e o *slogan* já sejam indícios da Fase de Detalhamento.

Ressalta-se que o contato com o consumidor deve ocorrer durante as três fases. Elas não são estanques se sobrepondo em muitos momentos. Pode-se afirmar que o design é aberto, pois esse processo é dinâmico, retroalimentando-se. O artefato pode se estabilizar, mas se houver demandas ou ajustes necessários, sofrerá aperfeiçoamentos, alterações e mudanças.

Visando ao mercado, os engenheiros irão procurar os melhores materiais, que sejam mais viáveis para a produção em série. Depois do artefato pronto, ele passa a fazer parte de um sistema sociotécnico¹⁶ interagindo com outros artefatos.

O consumidor também pode atribuir funções aos artefatos diferentes daquelas para as quais ele foi projetado, são as ditas funções inapropriadas, que nem sempre levam a uma boa abertura de significado. É impossível prever todas as funções inapropriadas que serão atribuídas ao artefato, mas o projetista é desafiado a fazer exatamente isso continuamente. Por isso, pode-se afirmar que eficiência e eficácia nem sempre são suficientes (VERKERK *et al.*, 2018).

Achterhuis (1995, 1998) fala de uma “moralização do dispositivo”.

Em vez de apenas moralizar outras pessoas (“não tome muito banho”; “compre um bilhete antes de entrar no metrô”), os humanos também devem moralizar seu ambiente material. Em um chuveiro que economiza água, a tarefa pode ser delegada para garantir que não seja usada muita água durante o banho, e para uma catraca a tarefa de certificar-se que apenas pessoas com bilhete possam entrar no trem (ACHERHUIS, 1995, 1998 *apud* POEL; ROYAKKERS, 2011, p. 208, tradução da autora).

¹⁶ Artefatos também fazem parte da sociedade com a formação de sistemas cada vez mais complexos que envolvem artefatos, pessoas e legislação. Os chamados agentes, humanos e artefatos, são os atores que formam os chamados sistemas sociotécnicos. O setor de aviação civil e de transporte público são exemplos desses. Sua complexidade leva à diluição da responsabilidade dos atos (VERMAAS *et al.*, 2011, tradução da autora).

Cada dispositivo tem código tecnológico no qual as relações sociais e os valores são refletidos. Muitas vezes, o projetista não tem consciência disso.

Quando a matéria é moralmente carregada, afinal, projetar é a atividade moral por excelência, ainda que “por outros meios”. Os designers materializam a moralidade. A ética não é mais uma questão apenas de reflexão etérea, mas também de experimento prático, no qual o subjetivo e o objetivo, o humano e o não-humano tornaram-se entrelaçados (VERBEEK, 2011, p. 40, tradução da autora).

Os gestores podem promover ativamente esse tipo de desenvolvimento em diálogos com os projetistas, visando à moralização ao incluir nesses dispositivos códigos, procedimentos e instruções nos projetos. Desse modo, os projetistas serão estimulados a projetar de maneira responsável.

Quando os artefatos têm relevância moral, a ética não pode apenas ocupar-se com o desenvolvimento de estruturas conceituais para a reflexão moral, mas deve também se envolver com o desenvolvimento real dos ambientes materiais que ajudam a moldar a ação moral e a tomada de decisões. Hans Achterhuis chamou isso de “moralização da tecnologia” (POEL; ROYAKKERS, 2011, p. 207).

Os engenheiros possuem um conjunto de conhecimentos próprios, mas usam também conhecimentos científicos. Diferente do comumente atribuído, o engenheiro usa conhecimentos das ciências naturais em pequena medida (auxílios teóricos e dados quantitativos). A maior parte dos conhecimentos utilizados por eles tem origem na experiência direta da realidade tecnológica (VERKERK *et al.*, 2018).

Além de diferentes tipos de conhecimento, o engenheiro necessita trabalhar em equipes multidisciplinares, apesar de toda dificuldade de comunicação que isso possa trazer. Seu conhecimento não pode ser só abstrato, mas principalmente o conhecimento direto, adquirido por meio de experiências e que considere todos os tipos de complexidade. Ele deve considerar todos os grupos e tecnologias envolvidas (VERKERK *et al.*, 2018).

Mediações tecnológicas não consistem em qualidades intrínsecas das tecnologias, mas são ocasionadas por interações complexas entre designers, usuários e tecnologias (VERBEEK, 2008, p. 98, tradução da autora).

Os engenheiros são peças fundamentais nessa engrenagem e seu trabalho é muito complexo. Sua atividade é eminentemente realizada em equipe já que o conhecimento tecnológico possui um caráter integrado: “uma combinação de conhecimento a partir de diferentes tipos de ciência” (VERKERK *et al.*, 2018, p. 147).

Bucciarelli (2003) também reforça a importância do trabalho em equipe no processo de design

Questões éticas e de segurança permeiam o processo de design penetrando na estrutura fundamental da análise científica e instrumental. Ao mesmo tempo, os engenheiros devem ser multidisciplinares, polivalentes; eles devem poder trabalhar em equipe – e não apenas em equipes reunidas na mesma sala. [...] O design deve ser feito simultaneamente com muitas vozes em harmonia (BUCCIARELLI, 2003, tradução da autora).

Para os autores holandeses, os engenheiros não têm que considerar apenas os aspectos técnicos de seu projeto, mas também precisam dar atenção aos diversos aspectos não técnicos como o custo, os impactos ambientais, a responsabilidade em caso de acidente, a aparência estética ao fim do tempo de vida do produto e a reciclagem dos materiais utilizados. É necessário considerar a natureza dual dos artefatos: sua natureza física e funcional. Relevante ressaltar que a relação entre essas duas dimensões gera um outro tipo de conhecimento, distinto e mais complexo ainda.

Conforme Verkerk *et al.* (2018), uma diferenciação crucial entre os aspectos técnicos e não técnicos é que o conhecimento tecnológico possui um caráter normativo que vai além do que se é, inferindo o que deveria ser. A tecnologia se ocupa de como pode mudar a realidade por intermédio dos meios tecnológicos tratando o conhecimento de maneira normativa e subjetiva. Segundo os autores (2018, p. 170), “Projetar requer criatividade, os projetistas são acima de tudo descobridores de significado que abrem significados em seu processo de produção”.

Projetar é pensar novos produtos e processos. Sem novos projetos não pode haver progresso. O processo de concepção dos projetos forma o cerne da tecnologia (VERKERK *et al.*, 2018, p.168).

Para Christensen e Ernø-Kjølhed (2007, p. 103, tradução da autora) o design é o meio para a engenharia alcançar seu fim, a produção de artefatos. Para eles, a engenharia “é um empreendimento cognitivo e prático” sendo os engenheiros “produtores de um corpo distinto de conhecimento tecnológico em si”. Para os

autores, a engenharia figura ao centro de três “mundos” ontológicos buscando sintetizá-los: mundo dos objetos, mundo dos conceitos e mundo das práticas sociais conforme se pode visualizar na Figura 8.

Figura 8 – Os três “mundos” ontológicos da engenharia



Fonte: Dados básicos: CHRISTENSEN; ERNØ-KJØLHEDE, 2007.
Elaboração da autora.

No mundo conceitual, o engenheiro lida com a abstração:

O design é feito essencialmente na mente [...] Uma parte importante das informações de engenharia é registrada em uma linguagem visual que permite aos “leitores” de desenhos tecnologicamente explícitos e detalhados visualizar as formas, as proporções e a inter-relação dos elementos que compõem o objeto representado (CHRISTENSEN; ERNØ-KJØLHEDE, 2007, p. 116, tradução da autora).

Na fase de objetos, o design produz artefatos. “O trabalho do ‘mundo dos objetos’, por outro lado, consiste na interação intensiva do engenheiro com o ‘hardware’ do projeto” (CHRISTENSEN; ERNØ-KJØLHEDE, 2007, p.116, tradução da autora). Engenheiros usam técnicas e produzem máquinas. “A engenharia nesse sentido se aproxima do ofício” (CHRISTENSEN; ERNØ-KJØLHEDE, 2007, p.115, tradução da autora).

Como o design de engenharia está inserido em um contexto mais amplo, o processo de design também pode ser concebido como um processo social. O engenheiro deve conciliar várias limitações desse mundo social como normas, leis,

negociações, tempo, custos. Nesse mundo, habilidades como comunicação, conciliação e negociação são essenciais.

Em todo projeto há uma diversidade de aspectos que o engenheiro deve levar em consideração: físico, químico, biótico, social, econômico, jurídico etc.

Para projetar artefatos muito complicados, os engenheiros geralmente trabalham de modo conjunto em equipes. Nesse tipo de equipe, o jovem engenheiro irá comumente focalizar em um aspecto, um componente ou em uma subtecnologia do projeto, um engenheiro experiente será responsável pela integração dos distintos aspectos, componentes e tecnologias no projeto integral e um administrador dará atenção particular às relações com e entre os distintos grupos (VERKERK *et al.*, 2018, p. 83).

A engenharia é muito mais importante e complexa que comumente se atribui. Sua função não deve se limitar à confecção concreta de artefatos, mas a todo o processo, ao que vem antes e depois. Quais as motivações levaram a essa produção e quais as consequências para cada cidadão e para a sociedade como um todo. A produção de artefatos é um processo extremamente complexo e não uma atividade meramente mecânica.

5.5 Rumo a uma educação tecnológica ética

Uma formação ética na Educação Tecnológica poderá estimular a produção de artefatos morais. O autor holandês Van de Poel (2014) é uma referência no assunto. Além de pesquisador e professor, é autor de várias publicações sobre a temática como: *Varieties of responsibility: two problems of responsible innovation* (2018), *Design for value change* (2018), *An Ethical Framework for Evaluating Experimental Technology* (2016). Ele propõe uma disciplina de ética nos cursos de Engenharia pautada na FT. Além dos cursos presenciais, Van de Poel está envolvido no desenvolvimento de um curso online (MOOC) sobre inovação responsável e diversos ProfEds (cursos profissionais online) em ética em engenharia e também realiza aconselhamentos em universidades no exterior a implementar cursos de ética em engenharia.

Van de Poel também participou de uma equipe que desenvolveu o *Agora*, programa de computador baseado na web para ensinar ética em engenharia. Apesar de considerado por especialistas em filosofia uma ferramenta simplista diante de

dilemas morais e análises éticas, a ferramenta é útil no preparo dos alunos para as discussões em grupos e para o exercício de habilidades analíticas e de julgamento.

Segundo Van de Poel (2014, p. 213), as razões para a inclusão da disciplina Ética nos cursos de engenharia estão associadas com os dilemas éticos que os futuros engenheiros irão se confrontar. Os alunos devem ser capazes de identificá-los e lidar com questões complexas como sustentabilidade, justiça e segurança. O autor argumenta também que as questões nem sempre têm uma resposta correta e que é importante pensar sobre valores e teorias éticas. Profissionais sofrem pressão para resolver problemas, sem tempo para pensar. O pesquisador ressalta também a importância das situações práticas e de se conectar teoria e prática em equipes multidisciplinares.

Para ser capaz de projetar um artefato, não é suficiente ter diferentes tipos de conhecimento. De um modo ou de outro, os vários elementos do conhecimento têm de ser integrados para que se chegue a um bom resultado. Uma vez que o conhecimento tecnológico em nossos dias é muito especializado, integrar conhecimentos geralmente começa com a reunião de diferentes disciplinas em uma equipe de projetos multidisciplinar (VERKERK *et al.*, 2018, p. 156).

Van de Poel apresenta as habilidades que devem ser desenvolvidas no curso. A sensibilidade é uma habilidade primordial para identificar as questões éticas já que os problemas muitas vezes não são explícitos, cabendo ao profissional ter uma sensibilidade aguçada para identificá-los como problemas. A segunda habilidade é mais analítica e está associada à capacidade de falar sobre os valores que estão em jogo, normas e conflitos de interesses. A terceira habilidade é a capacidade de formar julgamentos, decidir o melhor a ser feito além de ser capaz de justificar as razões. Van de Poel (2014) também cita outras habilidades como: a capacidade de discutir, comunicar, ouvir e trabalhar em equipe.

Segundo o autor, é muito comum nas aulas um ceticismo dos alunos de Engenharia. Isso ocorre porque os futuros engenheiros são imediatistas e não conseguem perceber problemas éticos ou como a filosofia poderá ajudá-los. Para resolver isso, o professor sugere estudos de casos concretos e a participação de engenheiros nos cursos. As teorias são bastante abstratas e não fazem sentido para os alunos de engenharia. Os estudos de caso também mostram a complexidade da vida real ao contrário dos problemas filosóficos acadêmicos que tratam as questões éticas de forma bastante simplista. Outra questão que traz uma dificuldade inicial

nos cursos é que os futuros engenheiros já são acostumados desde a formação a trabalharem sob pressão, resolvendo problemas que muitas vezes possuem uma solução clara. As questões éticas complexas geralmente não possuem uma solução imediata e clara.

Na minha opinião, a principal coisa que os alunos devem aprender é que existem perguntas que nem sempre têm uma resposta certa; os alunos também devem se tornar cientes de que fazer perguntas é às vezes mais importante do que respondê-las (VAN DE POEL, 2014, p. 215, tradução da autora).

Os filósofos, ao contrário, buscam as melhores perguntas. Assim, conciliação de professores-filósofos com professores-engenheiros se mostra fundamental. Os alunos precisam da agilidade em resolver problemas associada com a responsabilidade de lidar com questões muito complexas que nem sempre têm uma solução rápida. Van de Poel (2014) chama isso de “co-ensino”.

[...] mas o que eu também quero dizer é que primeiro, eles fazem uma proposta muito concreta e somente depois perguntam se é uma boa solução. Esse é o tipo de atitude que muitos engenheiros têm, eles são solucionadores de problemas. Filósofos não são solucionadores de problemas, eles são solicitantes de problemas. A atitude filosófica é sobre fazer perguntas e encontrar problemas éticos. Eu acho que ambos são realmente necessários - fazendo boas perguntas e resolvendo problemas. A parte difícil para engenheiros é levar tempo, fazer uma pergunta e estar ciente de que mesmo se você ainda não sabe a resposta, é importante fazer a pergunta certa. Além disso, se você não perguntar a pergunta certa e, em vez disso, você obtém uma solução para uma pergunta errada, não é um problema com solução real (VAN DE POEL, 2014, p. 215, tradução da autora).

Quanto ao formato das aulas, o autor sugere discussões em grupo, apresentações de casos práticos por engenheiros, uso do aplicativo como preparação para as discussões e desenvolvimento de habilidades, palestras, tutorias e livro didático.

Na próxima seção, as considerações finais serão alencadas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa buscou relacionar os conceitos de “moralidade”, “artefatos técnicos” e “educação tecnológica” sob a perspectiva teórica da EHFT. Inicialmente, os marcos conceituais básicos do referencial teórico foram apresentados. Em seguida, o projeto de um etilômetro desenvolvido no CEFET-MG *campus* Divinópolis foi analisado.

Nessa leitura, o artefato técnico estudado aparece como um exemplo de artefato moral: um dispositivo concebido com um código tecnológico marcado por relações sociais e valores morais. Alguns artefatos morais estimulam uma conduta responsável, esse, frustra uma conduta irresponsável ao impedir a partida do motorista embriagado (VERKERK *et al*, 2018).

Nenhuma bibliografia ligada a FT, EHFT ou mesmo Ética é mencionada nas referências bibliográficas do Projeto do etilômetro. Ademais, o texto do projeto do CEFET-MG de Divinópolis sugere que a “motivação” do mesmo envolveu, basicamente, questões sociais e econômicas.

Objetivando-se o desenvolvimento de um produto capaz de ajudar significativamente a sociedade e ao mesmo tempo de baixo custo, a ideia de dispositivo robótico que tem a função de simular um etilômetro – equipamento popularmente chamado de “bafômetro” – veio à mente da equipe (CEFET, 2018a, p.3).

Mesmo assim, requisitos morais foram incorporados no design, ainda que de forma “intuitiva”. Isso demonstra que se pode projetar um artefato com requisitos morais mesmo sem ter consciência da teoria ética. A ética demonstrou nesse caso ser um pressuposto social e econômico. Porém, a incorporação da teoria ética no projeto poderia ter potencializado o design responsável trazendo mais benefícios para a sociedade.

Além disso, a análise da mediação tecnológica mostra que, mesmo sem explícita reflexão moral, o design da tecnologia é inerentemente uma atividade moral. Ao projetar artefatos inevitavelmente, desempenhará um papel mediador nas ações e na experiência das pessoas, ajudando assim a moldar decisões e práticas (morais), os designers “materializam a moralidade”; eles são “Fazer ética por outros meios”. Essa conclusão torna ainda mais urgente expandir o escopo da ética da engenharia, a fim de incluir as dimensões morais nos artefatos e tentar dar forma a essas dimensões de maneira responsável (VAN DE POEL, 2011, p. 207, tradução da autora).

Os profissionais envolvidos com a produção de artefatos técnicos podem se ocupar de vários aspectos da tecnologia, não apenas com as dimensões espaciais ou físicas de um projeto, mas também com o lado social, econômico, jurídico e moral, conforme se evidencia na Teoria Modal dos Artefatos (VERKERK *et al*, 2018).

O trabalho em equipe também se configura como crucial para o processo de design. A prática de equipes multidisciplinares desde a formação com a possibilidade de se ter alunos de diversos cursos interagindo em algumas disciplinas também seria uma boa alternativa para o exercício do design responsável.

Por meio do design, pode-se determinar o comportamento das pessoas, levando-as a ações responsáveis. À medida que os produtos do design são incorporados pela sociedade, essa usufrui dos bens desenvolvidos pelos projetistas e deve fazer parte das decisões que lhe dizem respeito (VERBEEK, 2008).

A tecnologia pode ser engajada, contextualizada e com um “design virtuoso”, interno aos artefatos, com valores morais impessoais que visem o bem comum e que seja capaz de prever efeitos nocivos desde sua concepção. Esses “artefatos morais” podem ser criados de forma coletiva por tecnólogos, Estado e empresas e os consumidores podem experimentar e avaliar a criação desde a fase de design.

A mais importante dessas mudanças tem a ver com a agência (ou ação) democrática. Comunidades técnicas têm sido capazes de usar a Internet para coordenar as suas exigências por uma melhor defesa dos seus interesses. Apesar de desenvolvimentos desencorajadores em outros domínios, a agência na esfera técnica está aumentando (FEENBERG, 2019, p. 94).

Os artefatos não são neutros, em nenhuma fase de seu processo de fabricação, eles interferem diretamente em nosso modo de perceber o mundo e de agir. Ter consciência disso pode ser decisivo para o futuro da tecnologia.

Se a formação básica e continuada dos tecnólogos for revista possibilitando a eles uma formação ética, a ET poderá ir muito além de preparar seu aluno simplesmente para a produção de artefatos funcionais. Dessa forma, teremos um desenvolvimento responsável e consciente.

Três valores, no nosso entender, estão subjacentes à Educação Tecnológica: responsabilidade, liberdade e autonomia. Saber desenvolvê-los e cultivá-los é uma tarefa da educação, mas por certo será uma tarefa bem maior de todos que, produzindo, inventando, inovando a tecnologia, sejam capazes de formar um cidadão crítico e consciente para fazer a história de seu país...bem mais desenvolvido e humano (GRINSPUN, 1999, p. 67).

A filosofia tem muito a contribuir com a tecnologia, mas “os engenheiros precisam aprender que, às vezes, é mais importante fazer a pergunta certa que conseguir respondê-la” (VAN DE POEL, 2011, p.215).

Embora seja verdade que os problemas morais nos pressionem e exijam decisões, é igualmente verdade que essas decisões precisam ser tomadas com o mínimo de pressa e o máximo de entendimento geral possível. Não está claro até que ponto a filosofia pode contribuir diretamente para a eficácia da tomada de decisões sob pressão (MITCHAM, 1994, p. 7, tradução da autora).

Simplesmente se concentrar nas demandas dos clientes é um caminho extremamente arriscado para os tecnólogos, pois nem sempre seus desejos representam boas consequências morais. Há que ter um olhar amplo para os diferentes aspectos da realidade (VERBERK *et al.*, 2018).

O que está em jogo quando as tecnologias são introduzidas na sociedade também são as maneiras pelas quais essas tecnologias mediarão as ações humanas e experiências, ajudando assim a moldar nossas decisões morais e nossa qualidade de vida. O projeto de ética em engenharia, portanto, também deve ocupar-se de assumir responsabilidades para o futuro papel mediador das tecnologias no design (VAN DE POEL, 2011, p. 207, tradução da autora).

O melhor design é aquele que conjuga a engenharia com os outros conhecimentos. O tecnólogo deve ser capaz de sintetizar os três mundos ontológicos da engenharia – objetos, conceitos e social – (CHRISTENSEN; ERNØ-KJØLHEDE, 2007, p. 103, tradução da autora). Suas habilidades devem ir muito além de manipular técnicas e máquinas, mas ser capaz de abstrair, comunicar, conciliar e negociar (VAN DE POEL, 2014). Isso fundamenta porque as disciplinas do currículo propedêutico também são essenciais para os cursos técnicos e tecnológicos não devendo jamais ser abandonadas.

[...] como um projetista, o engenheiro não pode se separar da ampla complexidade na qual um artefato funciona. Ele tem de considerar todos os aspectos, todos os grupos e tecnologias relacionadas. Nesse sentido, as ciências tecnológicas são atualmente posicionadas entre a ciência e a tecnologia. Por um lado, elas são ciências, no sentido de que conhecimentos sistemáticos são coletados sobre os artefatos tecnológicos, mas, por outro lado, no processo de concepção elas são estreitamente conectadas à prática tecnológica (VERKERK *et al.*, 2018, p. 159).

A engenharia gera complexos conhecimentos que são intermediários entre a ciência e o ofício (CHRISTENSEN; ERNØ-KJØLHEDE, 2007). Isso é primordial nesse processo podendo ser uma aliada através do design. Sua atividade é essencialmente multidisciplinar e o profissional deve possuir muitas habilidades além da técnica como a capacidade de trabalhar em equipe, a comunicação, a argumentação, a conciliação, a abstração e a empatia sendo capaz de se colocar no lugar do outro. O fruto do design passa a ser então um produto social (FEENBERG, 2019). A educação assume dessa forma uma grande responsabilidade, cabendo a ela então a missão de formar esse profissional.

Para os engenheiros que se esforçam conscientemente para contribuir com uma sociedade saudável, uma reflexão filosófica sobre a tecnologia é particularmente útil, pois ela pode ajudá-los a definir seu próprio pensamento e conduta técnica (VERKERK *et al.*, 2018, p. 28).

O ensino de FT na ET poderá colaborar para que a tecnologia seja usada efetivamente como um bem social e não como mais uma ferramenta de disparidade social.

E educação deve estabelecer princípios para este novo caminho. Princípios éticos que orientarão não só o comportamento dos profissionais, mas as relações do homem com a natureza, do homem com os outros homens, e, também, os princípios que orientarão a construção de uma nação mais justa e mais humana (GRINSPUN, 1999, p. 34).

Dessa forma, poderá ser cumprida a finalidade da ET, a saber:

[...] formar um indivíduo, na sua capacidade de pessoa humana, mais crítico e consciente para fazer a história do seu tempo com possibilidade de construir novas tecnologias, fazer uso da crítica e da reflexão sobre a sua utilização de forma mais precisa e humana, e ter condições de, convivendo com o outro, participando da sociedade em que vive, transformar essa sociedade em termos mais justos e humanos (GRINSPUN, 1999, p. 29).

Sendo assim, essa pesquisa irá gerar informações qualitativas que poderão estimular a criação e o aperfeiçoamento de disciplinas e de material didático que deem suporte ao profissional do ponto de vista ético, especialmente os engenheiros. É essencial que profissionais de áreas tecnológicas pensem criticamente sobre como seu trabalho influencia a sociedade e a vida diária.

REFERÊNCIAS

- ACHTERHUIS, Hans. Introduction. *In*: ACHTERHUIS, Hans (ed.). **American philosophy of technology: the empirical turn**. Traduzido do holandês por Robert P. Crease. Blomington, Indianapolis: Indiana University Press, 2001.
- AMOROSO, Danilo. Car tech: o carro com bafômetro que não liga em caso de embriaguez. **Tecmundo**, [online], 9 set. 2009. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/internet/2712-car-tech-o-carro-com-bafometro-que-nao-liga-em-caso-de-embriaguez.htm>. Acesso em: 19 jul. 2019.
- ARISTÓTELES. **Ética a Nicômaco**. São Paulo: Abril Cultural, 1992.
- BASTOS, José Augusto S. L. A. A educação tecnológica: conceitos, características e perspectivas. **Tecnologia & Educação**, Curitiba, v. 1, n.1, 1998.
- BORGMANN, Albert. **Technology and the character of contemporary life: a philosophical inquiry**. Chicago, IL: University of Chicago Press, 1984.
- BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 4829 apresentado em 10 de dezembro de 2012**. Altera a Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o Código de Trânsito Brasileiro, para estabelecer a obrigatoriedade do uso etilômetro como equipamento nos veículos automotores. Arquivado nos termos do art. 133 do RICD (rejeição nas Comissões de mérito). DCD de 12/09/17 p. 203 col. 01. Brasília: Câmara dos Deputados, 2012. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=562666>. Acesso em: 01 jul. 2019.
- BRASIL. **Lei nº 11.705, de 19 de junho de 2008**. Brasília: Presidência da República, 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11705.htm. Acesso em: 19 jul. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Proposta em discussão: políticas públicas para a educação profissional e tecnológica**. Brasília: SETEC/MEC, 2004.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema de Informações de Mortalidade (SIM)**. Brasília: SIM, 2017. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=060701>. Acesso em: 19 jul. 2019.
- BUCCIARELLI, Louis L. **Engineering philosophy**. Delf: Delf University Press, 2003.
- CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS. **Desenvolvimento de um simulador de “bafômetro” controlado por um arduino**. Belo Horizonte: CEFET, 2018a.
- CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS. **Edital 59/2018**. Belo Horizonte: CEFET, 2018b.
- CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS. **Projeto impede partida de carro com motorista embriagado**. Belo Horizonte, 14 nov. 2018c. Disponível em: <http://www.cefetmg.br/noticias/arquivos/2018/11/noticia028.html>. Acesso em: nov. 2018.
- CHAUÍ, Marilena. **Iniciação à filosofia**. São Paulo: Ática, 2012.
- CHRISTENSEN, Steen Hyldgaard; ERNØ-KJØLHEDE, Erik. The knowledge of engineers. *In*: CHRISTENSEN, Steen Hyldgaard; MEGANCK, Martin;

DELAHOUSSE, Bernard (ed.). **Philosophy in engineering**. Aarhus, DK: Academica, 2007. Chapter 5, p. 103-122.

CUPANI, Alberto. A tecnologia como problema filosófico: três enfoques. **Scientia Studia**, São Paulo, v. 2, n.4, p. 493-518, 2004.

CUPANI, Alberto. **Filosofia da tecnologia**: um convite. 3. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2017.

DEMO, Pedro. **Metodologia científica em ciências sociais**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

DURBIN, Paul T. Dutch schools. **Techné**, [online], v.10, n. 2, Winter 2006, p. 177-190. Special issue: Philosophy of Technology: in search of discourse synthesis.

DUSEK, Val. **Filosofia da tecnologia**. São Paulo: Loyola, 2009.

ELLUL, Jacques. The autonomy of the technological society (orig. 1980). *In*: **Philosophy of technology**: the technological condition: an anthology. Malden (MA): Blackwell, 2014. p. 430-441.

FEENBERG, Andrew. **Entre a razão e a experiência**: ensaios sobre tecnologia e modernidade. Tradução, ensaios e notas adicionais de Eduardo Beira, Cristiano Cruz e Ricardo Neder. [Lisboa]: Inovatec, 2019.

FERRÉ, Frederick. **Philosophy of technology** (orig. 1988). Athen-London: The University of Georgia Press, 1995.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GRINSPUN, Mírian P. S. Zippin (org.). **Educação tecnológica**: desafios e perspectivas. São Paulo: Cortez, 1999.

HEIDEGGER, Martin. A questão da técnica. **Scientia estudia**, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 375-98, 2007. Traduzido do original em alemão por Marco Aurélio Werle.

HICKMAN, Larry. Putting pragmatism (especially Dewey's) to work. *In*: **Philosophy of technology**: the technological condition: an anthology. Malden (MA): Blackwell, 2003. p. 406-420.

IHDE, Don. Foreword. *In*: ACHTERHUIS, Hans (ed.). **American philosophy of technology**: the empirical turn. Traduzido do holandês por Robert P. Crease. Bloomington, Indianapolis: Indiana University Press, 2001.

IHDE, Don. Foreword. *In*: OLSEN, Jan Kyrre Berg; SELINGER, Evan; RIIS, Soren (ed.). **New waves in philosophy of technology**. London: Macmillan, 2009. (New waves in philosophy).

IHDE, Don. Has the philosophy of technology arrived? **Philosophy of science**, New York, 71, January 2004, p. 117-131.

IHDE, Don. **Philosophy of technology**: an introduction. [Saint Paul, MN]: Paragon House Publishers, 1993

IHDE, Don. Program 1: A Phenomenology of technics. *In*: IHDE, Don **Technology and the lifeworld**. Bloomington: Indiana University Press, 1990. p. 72-108.

INSTITUTO FABER-LUDENS. **Design livre**. Curitiba: Instituto Faber-Ludens, 2012.

JONAS, Hans. **O princípio responsabilidade**: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica. Rio de Janeiro: Contraponto: Ed. PUC-Rio, 2006.

KROES, Peter. Design methodology and the nature of technical artefacts. **Design studies**, [online], v. 23, n. 3, May 2002, p. 287-302.

KROES, Peter. Technological explanations: the relation between structure and function of technological objects. **Techné**, [online], v. 3, n. 3, Spring 1998.

KROES, Peter; MEIJERS, Anthonie. Reply to Critics. **Techné**, [online], v.6, n.2, p. 34-43, Winter 2002b.

KROES, Peter; MEIJERS, Anthonie. The dual nature of technical artefacts. **Studies in history and philosophy of sciences**, [online], v. 37, issue 1, p. 1-4, March 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/studies-in-history-and-philosophy-of-science-part-a/vol/37/issue/1>. Acesso em: 18 Mar. 2020.

KROES, Peter; MEIJERS, Anthonie. The dual nature of technical artifacts: presentation of a new research programme. **SPT**, Virgínia (EUA), v.6, n. 2, Winter 2002a. Disponível em: <https://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v6n2/kroes.html>. Acesso em: 28 jan. 2018.

KROES, Peter; VERBEEK, Peter-Paul (ed.). **The moral status of technical artefacts**. Dordrecht: Springer, 2014.

LATOUR, Bruno. **We have never been modern**. Translated by Catherine Porter. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1993. Translation of *Nous n'avons jamais été modernes*.

LATOUR, Bruno. Where are the missing masses? The sociology of a few mundane artifacts. In: BIJKER, Wiebe E.; LAW, John Law (ed.). **Shaping technology/Building Society**: studies in sociotechnical change. Cambridge, MA: MIT Press, 1992. p. 225-258.

LESSA, Júnia; VASCONCELLOS, Ana Cristina. **Manual para normalização de publicações técnico-científicas**. 10. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2019.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico**: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. São Paulo: Atlas, 2009.

MARCUSE, Herbert. **A ideologia da sociedade industrial** (orig. 1964,1966). Rio de Janeiro: Zahar, 1982. Trad. de *One-dimensional man*.

MEIJERS, Anthonie. General introduction. In: MEIJERS, Anthonie (ed.). **Philosophy of technology and engineering sciences**. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier, 2009. p.1-2. (Handbook of the philosophy of science, 9).

MITCHAM, Carl. Do artifacts have dual natures? Two points of commentary on the Delft project. **Techné**, [online], v. 6, n. 2, p. 93-95, Winter 2002. DOI: 10.5840/techne2002623. Disponível em: https://www.pdcnet.org/techne/content/techne_2002_0006_0002_0093_0095 . Acesso em: 23 jan. 2019.

MITCHAM, Carl. Prefácio. In: VERKERK, Maarten J. et al. **Filosofia da tecnologia**: uma introdução. Tradução de Rodolfo Amorim Carlos de Souza. Viçosa, MG: Ultimato, 2018. p. 19-21.

MITCHAM, Carl. The importance of philosophy to engineering. **Teorema**, [online], v. 17, n. 3, 1998. p. 27-47.

MITCHAM, Carl. **Thinking through technology**: the path between engineering and philosophy. Chicago, London: The University of Chicago Press, 1994.

OLIVEIRA, Maria Auxiliadora M. **Políticas públicas para o ensino profissional**: o processo de desmantelamento dos CEFETS. Campinas: Papirus, 2003.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Plataforma agenda 2030. **Transformando o nosso mundo**: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Nova York, 2015. Disponível em: <http://www.agenda2030.com.br/> Acesso em: 14 jun. 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Folha informativa** – Acidentes de trânsito. Atualizada em fevereiro de 2019. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5147:acidentes-de-transito-folha-informativa&Itemid=779. Acesso em: 12 jun. 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Relatório global de situação da segurança no trânsito 2018**. Geneva: OMS, 2018.

ROSENBERGER, Robert; VERBEEK, Peter-Paul (ed.). **Postphenomenological investigations**: essays on human-technology relations. London: Lexington Books, 2017.

SCHATZBERG, Eric. **Technology**: critical history of a concept. Chicago; London: The University of Chicago Press, 2018.

SOUSA, Murilo. Comissão rejeita exigência de colocação de bafômetro em veículos. **Agência Câmara Notícias**, Brasília, 23 ago. 2017. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/TRANSPORTE-E-TRANSPITO/541614-COMISSAO-REJEITA-EXIGENCIA-DE-COLOCACAO-DE-BAFOMETRO-EM-VEICULOS.html> . Acesso em: 19 jul. 2019.

SZCZEPANIK, Gilmar Evandro. O design como um modelo metodológico para a tecnologia. **Pensando**, [online], v. 8, n. 15, 2017. p. 3-20.

VAN DE POEL, Ibo. **Teaching ethics to engineering students**. Delft: Technical University of Delft, 25 Sept. 2014. Entrevista concedida a Eulalia Smuga-Fries.

VAN DE POEL, Ibo; ROYAKKERS, Lambèr. **Ethics, technology, and engineering**: an introduction. Hoboken, New Jersey: Wiley-blackwell, 2011.

VERBEEK, Peter-Paul. Morality in design: design ethics and the morality of technological artifacts. In: VERMAAS, Pieter E. *et al.* (ed.). **Philosophy and design**: from engineering to architecture. Dordrecht: Springer, 2008. p. 91-103.

VERBEEK, Peter-Paul. **Moralizing technology**: understanding and designing the morality of things. Chicago, London: The University of Chicago Press, 2011.

VERKERK, Maarten J. *et al.* **Filosofia da tecnologia**: uma introdução. Tradução de Rodolfo Amorim Carlos de Souza. Viçosa, MG: Ultimato, 2018.

VERKERK, Maarten J. *et al.* **Philosophy of technology**: an introduction. Londres: Taylor & Francis, 2016.

VERMAAS, Pieter *et al.* **A philosophy of technology**: from technical artefacts to sociotechnical systems. [Williston, VT]: Morgan & Claypool Publishers, 2011.

VERMAAS, Pieter *et al.* **Philosophy and design**: from engineering to architecture. Dordrecht: Springer, 2008.

WINNER, Langdon. Artefatos têm política? **Analytica**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, 2017, p. 195-218. Traduzido por Débora Pazetto Ferreira e Luiz Henrique de Lacerda Abrahão.

WINNER, Langdon. Do artifacts have politics? *In*: WINNER, Langdon. **The whale and the reactor – a search for limits in an age of high technology**. Chicago: Chicago Press, 1986. p. 19-39.