AMBIENTE & EDUCAÇÃO
Revista de Educação Ambiental
E-ISSN 2238-5533

Apontamentos sobre a racionalidade tecnológica e o meio ambiente

Amanda Haydn[1]
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) - Brasil
orcid.org/0000-0001-6200-7628

Mauro Castilho Gonçalves[2]
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) - Brasil
orcid.org/0000-0003-1074-8314

Silvio Luiz da Costa[3]
Universidade de Taubaté (UNITAU) - Brasil
orcid.org/0000-0001-763-3067

Resumo: Avanços tecnológicos carregam potencial emancipatório e ampliam a vida administrada, a dominação do homem sobre o homem e a destruição da natureza. Diante deste paradoxo, este artigo tem como objetivo refletir os efeitos da ciência e da tecnologia sobre os indivíduos e as condições de sua vida social. Para tanto, visita as contribuições, de um ponto de vista analítico e comparado, de autores clássicos como Freud, Marx, Marcuse, Mumford e Milton Santos. Entre os resultados, observa-se que o homem foi incorporado à máquina, em uma

[1]Doutora em Educação: História, Política e Sociedade pela PUC-SP. Mestre em Educação: História, Política e Sociedade pela PUC-SP. Especialista em Políticas Públicas de Educação (FAMOSP/2014). Membro da Sociedade Brasileira de História da Educação e do Grupo de Pesquisa História das Instituições e dos Intelectuais da Educação no Brasil. E-mail: amandahaydn@gmail.com

[2]Doutor em Educação: História, Política, Sociedade (PUC-SP). Pós-Doutorado pela Universidade de Lisboa. Professor Titular, área História da Educação. Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação: História, Política, Sociedade (PUC-SP). E-mail: mauro_castilho@uol.com.br

[3]Doutor em Educação pela Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo (USP). Mestre em Ciências Sociais pela PUC-SP. Graduado em Filosofia pela PUC-MG. Professor Assistente III da Universidade de Taubaté, área Sociologia. E-mail: silvio.lcosta@unitau.br

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

racionalidade tecnológica que se expande para toda a vida social. Sentidos de mudança apontam uma racionalidade ambiental e uma tecnologia facilitadora da vida, passíveis de encarar a complexidade dos fenômenos e instaurar uma nova cultura política.
Palavras-chave: Racionalidade tecnológica; Racionalidade ambiental; Mudança política; Educação ambiental.

Apuntes sobre la racionalidad tecnológica y el medio ambiente

Resumen: Los avances tecnológicos conllevan un potencial emancipador y amplían la vida administrada, la dominación del hombre sobre el hombre y la destrucción de la naturaleza. Frente a esta paradoja, este artículo pretende reflejar los efectos de la ciencia y la tecnología sobre los individuos y las condiciones de su vida social. Para ello, se visitan las aportaciones, desde un punto de vista analítico y comparativo, de autores clásicos como Freud, Marx, Marcuse, Munford y Milton Santos. Entre los resultados, se observa que el hombre fue incorporado a la máquina, en una racionalidad tecnológica que se expande a toda la vida social. Los sentidos de cambio apuntan a una racionalidad ambiental y una tecnología que facilita la vida, capaz de afrontar la complejidad de los fenómenos y establecer una nueva cultura política.
Palabras-clave: Racionalidad tecnológica; Racionalidad ambiental; Cambio político; Educación ambiental.

Notes on technological rationality and the environment

Abstract: Technological advances carry emancipatory potential and expand the life administered, the domination of man over man and the destruction of nature. Faced with this paradox, this article aims to reflect the effects of science and technology on individuals and the conditions of their social life. To this end, it visits the contributions, from an analytical and comparative point of view, of classic authors such as Freud, Marx, Marcuse, Munford and Milton Santos. Among the results, it is observed that man has been incorporated into the machine, in a technological rationality that expands throughout social life. Senses of change point to an environmental rationality and a technology that facilitates life, capable of facing the complexity of phenomena and establishing a new political culture.
Keywords: Technological rationality; Environmental rationality; Political change; Environmental education.

INTRODUÇÃO

> Vivemos numa época interessante! Não se trata de um lugar-comum tão inocente como possam imaginar [...] O que torna a nossa época tão interessante é, obviamente o número de contradições espantosas e paradoxos trágicos com que defrontamos a todo momento, criando problemas que sobrecarregam as nossas capacidades humanas de compreensão e libertando forças tais que nos fazem perder a confiança na possibilidade de controle. Assistimos à fome lado a lado com a abundância, de que ainda são exemplo, na Índia, milhões de pessoas desoladas; vimos a renúncia à guerra, que seguiu à Primeira Guerra Mundial, acabar na entronização de ditaduras militares; continuamos ainda a ver a aversão ao totalitarismo, inclusive a adoração histérica de um chefe militar (Mumford, 1952, p. 9).

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

Ainda está muito próximo, o fim do século passado, que também era o fim do milênio. Mal-estar na modernidade – assim foi designado o impasse da civilização. O século XX parece ter combinado os maiores extremos de civilização e barbárie. De fato, uma grave crise de existência abrangeu, tanto o liberalismo – ameaçado de desencanto –, como o modelo estereotipado de homem racional do "século das luzes".

A epígrafe deste artigo, retirada da obra **Arte e Técnica**, de Lewis Mumford (1895-1990), compôs o cenário intelectual e científico do final do século XIX e do início do século XX sobre uma relevante temática: o drama da existência humana em uma era de louvor à máquina e ao imperativo da ideologia do progresso e dos valores de mercado. Por um lado, atingimos um inédito e significativo desenvolvimento econômico e de bem-estar: cuidados de saúde, diminuição da mortalidade infantil, apreço pela dignidade humana, melhoria da situação das mulheres, avanços e realizações da ciência e tecnologias. Por outro lado, e não menos importante, o também significativo nível de violência, guerras, genocídios, bombas atômicas, armas químicas, totalitarismo e terrorismo, catástrofes ambientais.

Os contrastes entre as realizações da civilização e as aberrações da barbárie são particularmente intensos, o que poderia explicar, pelo menos em parte, o mal-estar que invade os seres humanos. O que inicialmente passou a ser visto como sinônimo de "progresso", que parecia alcançar um bem inegável a todos, fruto de uma racionalidade crescente do século XIX, e que atribuiu ao homem a tarefa de dominar e explorar a natureza, aliada ao também crescente processo de industrialização e ao desenvolvimento centrado na ciência e tecnologia, com o passar dos anos revelou outras facetas.

O próprio termo progresso não é neutro, e é preciso pensá-lo como um fim específico. Na civilização industrial desenvolvida, a racionalidade tecnológica passa a ser incutida na produção material e, com isso, os fins específicos poderiam ser definidos pelas possibilidades de melhoramento de todas as necessidades consideradas vitais, materiais e verdadeiras, no sentido proclamado por Marcuse (1999).

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

Contudo, essa visão alvissareira sobre o desenvolvimento técnico-científico carrega uma contradição, como apontaram Paul A. Baran e Paul M. Sweezy, na obra **Capitalismo Monopolista,** de 1978, ao estabelecerem uma comparação entre o papel desempenhado pela evolução das facilidades de transporte na modelação da vida americana e o progresso tecnológico sob o capitalismo, ou seja, "os frutos do progresso sob o capital", geralmente revelam-se "como o oposto de suas potencialidades imensas" (Baran; Sweezy, 1978, p. 304).

Em um mundo transformado como nunca antes na história, os benefícios do desenvolvimento industrial produzidos pela difusão das tecnologias estão ainda muitos distantes de serem revertidos para uma possível "pacificação da existência" (Marcuse, 1999). As tecnologias poderiam liberar o homem do trabalho repetitivo e rotineiro que desgasta e maltrata a vida, poderiam diminuir ou atenuar as condições de exploração do trabalho assalariado e produzir mais em menos tempo para que todos vivessem melhor e poderiam nortear a ideia de uma racionalidade ambiental[4], preocupada com a sustentabilidade, enfatizando mais o uso dos fatores de produção, como os recursos naturais, o capital e trabalho, que são abundantes localmente e que minimizam, segundo Costa e Silva (2012, p. 173), "o uso dos que são localmente escassos, amortizando a necessidade de importar tecnologia". Finalmente, poderiam apresentar "soluções para obtenção de recursos por meio de uma interação mais harmoniosa com o meio ambiente" (Costa; Silva, 2012, p.173). No entanto, as tecnologias simplesmente não permitem a criação desse cenário, ou não o permitem as relações sociais que dão sentido e coerência para esse desenvolvimento.

Pode-se dizer que as reflexões sobre esses paradoxos e contradições aqui proferidas encontram-se embasadas em alguns questionamentos preliminares, que constituíram o pano de fundo deste artigo. Não se pretende esgotá-las no escopo deste texto, no entanto são fundamentais para as reflexões em pauta.

[4] Sobre o conceito, ver: Leff (2002; 2008) e Costa e Silva (2012).

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

Há, sobre esse aspecto, correspondência com o que Letícia Lenzi (2013) problematiza em seus estudos acerca da ambiguidade da tecnologia. Trata-se de perguntas simples, mas de respostas complexas: seria possível encontrar uma outra via de desenvolvimento para unir as virtudes das técnicas às facilidades de produção e distribuição de larga escala conforme um modelo regulado de forma eficiente? Em outras palavras, seria possível estabelecer uma via em que o controle quantitativo estivesse atrelado a valores qualitativos que refletissem propósitos humanos? Como a uniformidade, regularidade, precisão mecânica e segurança, aspectos tão característicos da máquina poderiam contribuir para aumentar o grau de liberdade dos indivíduos para funções mais criativas, para que não fossem meros subservientes ou apêndices passivos de seu desenvolvimento unilateral? Por fim, seria possível desenvolver uma visão alternativa da racionalidade tecnológica, como uma crítica à visão instrumental do mundo, visão esta que possibilitasse operacionalizar a natureza com base em princípios de sustentabilidade, e não apenas a serviço da acumulação de riqueza? Como integrar a essa racionalidade predominante as perspectivas humana, social e ambiental?

Obviamente, o esclarecimento dessas questões comportaria interrogar minuciosamente a história do desenvolvimento civilizatório, sobretudo a partir da modernidade. Coaduna-se a isso a dificuldade de se criar o distanciamento necessário para obtenção de uma visão crítica dos sistemas de valores, modos de existência, de toda a dinâmica sociocultural que condiciona a vida dos indivíduos e suas relações em um mundo cada vez mais complexo. Além disso, uma investigação com o objetivo de desvelar o propósito da tecnologia irá deparar o fato de que a temática pode ser compreendida por diferentes tipologias, dado o seu aspecto de cunho político, científico, estético, dentre outros que venham a lhe conferir sentido.

O estudo aqui proposto foi desenvolvido com base nos textos dos autores Karl Marx (1975), Lewis Mumford (1952), Herbert Marcuse (1999), Sigmund Freud (2010) e Milton Santos (2006), com o objetivo de discutir a relação entre sociedade, indivíduo, meio ambiente, técnica e tecnologia. De forma mais

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

específica, propõe-se uma discussão sobre a função da ciência e da tecnologia na constituição dos indivíduos e nas condições de sua vida social. O artigo apresenta, ainda, uma breve discussão dialética e histórica, sob abordagem sistêmica e holística, de como a técnica se encerra na tecnologia, apontando a sua relação com a natureza e a vida humana. Destaca-se a tecnologia como técnica de manipulação da natureza, no sentido de evidenciar reflexões possíveis para a elaboração de um processo de sensibilização e de redefinição de valores qualitativos em termos técnicos, de transformação política da tecnologia para a pacificação da existência.

Fundamentalmente e, em síntese, o que está em jogo é o modo como a sociedade industrial assimilou os processos da máquina. Há, quanto a esse aspecto, a necessidade de avaliar a lógica com a qual se erigiu a civilização industrial, dado que os avanços decorrentes do processo de mecanização da sociedade culminaram na distorção do uso da razão.

TÉCNICA, TECNOLOGIA E RACIONALIDADE TECNOLÓGICA: A ORIGEM DA DISCUSSÃO E OS IMPACTOS NA VIDA HUMANA

Um primeiro passo nesta discussão consiste em aprofundar alguns conceitos e apontar suas interações, tais como meio ambiente, ciência, técnica e tecnologia, e em considerar, ao longo da análise, a ligação íntima desses conceitos com outros elementos também indissociáveis, como cultura, sociedade, indivíduo e educação. Essa inter-relação de conceitos, conforme ilustrada por H. Marcuse, convida também ao desafio de reconhecer esses encontros para além das tendências de fragmentação e isolamento teórico e conceitual. Tal procedimento significa não aceder às deformações e ambiguidades reais e conceituais dos termos. Significa, por exemplo, apontar que os termos técnica e tecnologia não são sinônimos e que podem ser distinguidos sem a necessidade de cindi-los, ou que cultura e civilização não são conceitos independentes passíveis de serem separados funcionalmente, conforme proposto por Freud (2010). Em **O mal-estar na civilização, novas conferências introdutórias à psicanálise e outros textos (1930-1936),** o autor

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

sugere, como caminho de reflexão, não separar os conceitos de cultura e civilização, em virtude da reciprocidade entre eles. Nessas circunstâncias, sustenta que a palavra civilização designa,

> a soma das realizações e instituições que afastam a nossa vida daquela de nossos antepassados animais, e que servem para dois fins: a proteção do homem contra a natureza e a regulamentação dos vínculos dos homens entre si (Freud, 2010, p. 48-49).

Assim, as duas tendências da civilização não são independentes uma da outra. Por um lado, a civilização com a soma de conhecimentos acumulados historicamente para dominar a natureza, e por outro lado, a cultura "com seu papel restritivo" incidindo sobre a regulação e o ajustamento dos indivíduos para tornar possível a vida na sociedade, regulando os "instintos primevos Eros e Morte" (Freud, 2010, p. 115).

Outro aspecto a se considerar é que Freud (2010) insere centralmente o indivíduo neste processo e oportuniza a compreensão do sujeito como um ser social que tem seu comportamento determinado por funções, não só genéticas, mas também culturais. Para Freud (2010), o próprio segredo da vida orgânica seria caracterizado pela fórmula da luta entre Eros e o instinto de morte. Tal luta caracterizaria o processo cultural que se desenrola na humanidade, mas seria referência também ao desenvolvimento do próprio indivíduo.

Isso significa que o indivíduo utilizou seu corpo para assegurar sobrevivência (captação de alimentos ou reprodução sexual e, no sentido mais estrito, satisfação das necessidades, dos instintos, visando simplesmente à vivência de fortes prazeres) e também para assegurar modos de vida culturais guiados por simbolismo, rituais, jogos, arte, etc. O indivíduo foi capaz de usar sua mente para reescrever ou sublimar algumas funções orgânicas, alguns instintos, na tentativa de assegurar a felicidade e proteger-se do sofrimento, por meio de uma delirante modificação da realidade. Nesta argumentação está subjacente uma verdadeira "técnica da arte de viver" (Freud, 2010, p. 38).

Nessa direção, para Lewis Mumford (1952) a técnica é tão antiga quanto a humanidade, que começou quando o homem usou "pela primeira vez os dedos

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

como tenazes ou uma pedra como projétil". Essa acepção "radica-se na utilização que o homem faz do próprio corpo" (Mumford, 1952, p. 19). Na chave explicativa de Mumford, técnica corresponde àquela "parte da atividade humana na qual através de uma energética organização do processo de trabalho, o homem controla e dirige as forças da natureza para seus objetivos próprios" (Mumford, 1952, p. 19).

Uma das teses centrais de Mumford é a de que em qualquer definição de técnica é preciso considerar que muitos outros animais, como insetos, mamíferos e pássaros, foram muito mais habilidosos na arte de construir colmeias, ninhos e artefatos necessários para sua subsistência do que os homens, até a emergência do denominado Homo sapiens.

Uma outra característica da técnica que o autor assinala, para além do seu caráter prático, é o valor ou método especificamente humano, que existe possivelmente desde o início da civilização: o interesse pela ordem[5]. Segundo Mumford, qualquer tipo de ordem repetitiva, que pode estar na base do ritual e da linguagem desde a infância, contribuiu para o desenvolvimento da técnica e oportunizou ao homem uma sensação de segurança, ao permitir-lhe melhor aproveitamento do espaço e do tempo. Outra consideração de Mumford é que a observação das grandes regularidades astronômicas deu ao indivíduo, não apenas o modelo, como também a introdução da ordem em sua vida:

> Quando o homem começou a observar o movimento do Sol e dos planetas, tomou conhecimento do mais magistral tipo de ordem, cíclica, periódica, regular, na própria natureza: os treze meses lunares do calendário, os dez meses lunares da gestação. A existência de tal ordem é outro fato difícil; e as descobertas astronômicas do homem

[5] Freud (2010), no intertítulo III da obra **O mal-estar na civilização, novas conferências introdutórias à psicanálise e outros textos (1930-1936)**, também assinala que a ordem, tal como a beleza e a limpeza, estão ligadas inteiramente à obra humana, ocupando claramente um lugar especial entre as exigências culturais. Para Freud, a observação das regularidades astronômicas também deu ao ser humano um modelo e os primeiros pontos de partida da ordem na sua vida. Nessa acepção, a ordem é uma espécie de compulsão de repetição que, "uma vez estabelecida, resolve quando, onde e como deve ser feito, de modo a evitar oscilações e hesitações em cada caso idêntico" (FREUD, 2010, p. 54). Por conseguinte, o seu benefício é inegável, visto que permite ao indivíduo a otimização do tempo e das energias psíquicas. Contudo, Freud afirma que a imposição da ordem à atividade humana foi acompanhada de muitas dificuldades, ou seja, as pessoas foram educadas "a duras penas" sob a imitação dos modelos celestes (FREUD, 2010, p. 54).

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

> nos tempos neolíticos contribuíram mais, provavelmente, para sua segurança e bem-estar, através do crescente domínio da agricultura, do que qualquer outra descoberta desde o fogo (Mumford, 1952, p. 44).

Todavia, essa ordem cósmica, com seu "sentido do destino, de uma necessidade inexorável, de um movimento implacável" (Mumford, 1952, p. 44), deixa pouca margem de manobra aos desejos e aspirações dos indivíduos e, com o avanço simultâneo da ciência e da técnica, tendem a conformar-se à natureza e aceitar as condições que encontram à sua disposição no mundo exterior, como uma necessidade para suas sobrevivências. Dessa forma, por mais importantes que as realizações técnicas do indivíduo sejam para sua sobrevivência e desenvolvimento, que ocupem claramente um lugar entre as exigências culturais, para Mumford, é importante que não seja negligenciado o fato de que elas foram alcançadas à custa de um doloroso sacrifício:

> A não ser para satisfazer necessidades e interesses prementes, poucos homens devotariam toda a sua vida ao trabalho mecânico; com efeito, os tipos de trabalho mais desumanizados – como o trabalho nas minas - foram durante longo tempo considerados como um castigo e destinados apenas aos condenados (Mumford, 1952, p. 45).

Assim, para se adaptar ao trabalho, por exemplo, Mumford aponta que o homem moderno teve que, em certa medida, virar as costas para os interesses mais orgânicos; para ser "bem-sucedido no trabalho com máquinas o ser humano teve que se tornar uma máquina suplementar" (MUMFORD, 1952, p. 46).

Neste ponto, ao dialogar com a crítica da economia política, depara-se com o fato mencionado por Marx, em que o ofício ou manufatura transforma-se em exploração mecanizada, e surge uma nova etapa de desenvolvimento técnico: a tecnologia ou ciência da técnica (Mumford, 1952).

É curioso observar, nesse sentido, que a revolução industrial teve como ponto de partida a transição da mera ferramenta do artesão para a máquina que atua por si mesma, a "máquina-ferramenta". Em outras palavras, foi o momento em que o ofício ou manufatura transformou-se em exploração mecanizada.

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

Sobre este ponto, em O Capital, sob o intertítulo A maquinaria e a Indústria Moderna, Marx elucida que:

> a própria máquina a vapor na forma em que foi inventada no fim do século XVII, durante o período manufatureiro, e em que subsistiu até ao começo da década dos 80 do século XVIII, não provocou nenhuma revolução industrial. Foi, ao contrário, a criação das máquinas-ferramenta que tornou necessária uma revolução na máquina a vapor. Quando o homem passa a atuar apenas como força motriz numa máquina-ferramenta, em vez de atuar com a ferramenta sobre o objeto de trabalho, podem tomar seu lugar o vento, a água, o vapor etc.[...] Essas mudanças dão origem a grandes modificações técnicas no mecanismo primitivamente construído apenas para ser impulsionado pela força humana (Marx,1975, p. 428).

Nota-se que a técnica já existia, visto que foi o período manufatureiro que "desenvolveu os primeiros elementos científicos e técnicos da indústria moderna" (Marx, 1975, p. 430). Assim, quando o indivíduo passa a ser um auxiliar da máquina, "um apêndice dela" (MARX, 1975), desaparece o princípio subjetivo do processo de trabalho. Se na manufatura cada operação parcial tem de ser executável manualmente pelos operários isolados ou em grupos, com suas ferramentas, na produção mecanizada isso não ocorre, pois

> o processo por inteiro é examinado objetivamente em si mesmo, em suas fases componentes e o problema de levar a cabo cada um dos processos parciais e de entrelaçá-los é resolvido com a aplicação técnica da mecânica, da química, etc (Marx, 1975, p. 433).

Nesses termos, a habilidade especializada e restrita do trabalhador que lida com a máquina desaparece como "uma quantidade infinitesimal diante da ciência, das imensas forças naturais e da massa de trabalho social" (Marx, 1975, p. 484). Se na manufatura o trabalhador se serve da ferramenta, na fábrica ele serve à máquina. Se no primeiro, procede do indivíduo o movimento do instrumental do trabalho, na segunda os trabalhadores têm de acompanhar o movimento do instrumental (Marx, 1975). Há uma inversão ou deslocamento do ponto de partida do processo de trabalho, da força de trabalho para o instrumental de trabalho, e este

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

> ao converter-se em maquinaria, “exige a substituição da força humana por forças naturais e da rotina empírica pela aplicação consciente da ciência”. Na manufatura, a organização do processo de trabalho social é puramente subjetiva, uma combinação de trabalhadores parciais. No sistema de máquinas, tem a indústria moderna o organismo de produção inteiramente objetivo que o trabalhador encontra pronto e acabado como condição material de produção [...] A maquinaria, com exceções a menciona mais tarde, só funciona por meio do trabalho diretamente coletivizado ou comum. O caráter cooperativo do processo de trabalho torna-se uma necessidade técnica imposta pela natureza do próprio instrumental de trabalho (Marx, 1975, p. 439).

Marx aponta que o instrumento de trabalho, ao tomar forma de máquina, torna-se concorrente do próprio trabalhador. O valor de troca da força de trabalho desaparece, os trabalhadores tornam-se servis e mecânicos, complementos vivos, condicionados por objetos formalizados. Para o autor, o trabalho na fábrica exaure os nervos ao extremo, confiscando toda atividade livre, física e espiritual do indivíduo. E isso atingiu uma dimensão tal que no “cérebro dos trabalhadores ficaram indissoluvelmente unidos a maquinaria e o monopólio patronal” (Marx, 1975, p. 484). Essa incorporação do homem à máquina juntamente com a divisão de trabalho levou “o trabalho dos proletários a perder todo caráter independente e com isso qualquer atrativo para o operário” (Marx; Engels, 1998, p. 14), que ficou condenado a realizar operações simples e monótonas.

Observe-se aqui que a tecnologia passa a ser considerada como uma aplicação consciente e deliberada das ciências, com o objetivo de preservar e expandir o modo industrial de produção. Não se trata mais de aplicar conhecimentos científicos para construir uma determinada obra ou fabricar determinado produto, ou seja, resolver problemas técnicos, como o caso da máquina a vapor e, mais especificamente, do gerador do motor elétrico. Não é uma simples aplicação de conhecimentos científicos para resolver os problemas enfrentados pelo homem, mas uma utilização que cogita resolver problemas práticos, considerando-se implicações socioeconômicas de sua solução, sob a égide do capital e de sua necessidade de reprodução, ou seja, reduzir custos e ampliar margem de lucro.

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

Diga-se, ainda, que essas mudanças que dão origem a grandes modificações técnicas, como assinalou Marx, causaram efeitos sobre a organização do trabalho. Se antes era a hierarquia dos trabalhadores especializados que caracterizava a organização do trabalho, na fábrica automática, a divisão do trabalho se torna técnica. A diferenças entre os trabalhadores são substituídas pelas diferenças naturais de idade ou sexo e pela tendência a padronizar os comportamentos, de "igualar ou nivelar os trabalhos que os auxiliares das máquinas têm de executar" (Marx, 1975, p. 480). Ressalte-se, por oportuno, que essa tendência à padronização tem evoluído até hoje, expandindo-se para a maioria das atividades sociais.

Um exemplo dessa aplicação consciente das ciências para outras esferas da vida social e que nos possibilita pensar no quanto a tecnologia estava intimamente ligada à escola[6] é descrito por Marx (1975), no intertítulo nove do capítulo XIII, denominado Legislação Fabril Inglesa, suas disposições relativas à higiene e à educação, e sua generalização a toda produção social**.** Assim, quando o autor afirma que, do sistema fabril "brotou o germe da educação do futuro que conjugará o trabalho produtivo de todos" e que o "ensino e a ginástica" constituem-se em um "método de elevar a produção social" e, portanto "o único meio de produzir seres humanos plenamente desenvolvidos" (MARX, 1975, p. 554), tem-se uma prova de que a tecnologia se ensina nas escolas, fora das condições reais do trabalho ou, no máximo, que é um simulacro delas. Trata-se, portanto de uma característica, ou exemplo, talvez, que marca o surgimento da tecnologia como matéria escolar[7].

Sobre a repercussão do aparato tecnológico na ambiência vital dos sujeitos, Marcuse, em Algumas implicações sociais da tecnologia (1999), demonstra as consequências decorrentes da revolução industrial, tanto no uso

[6] Refere-se, aqui, à "forma escola", historicamente constituída como uma instituição cunhada pela sociedade capitalista.

[7] Sobre a relação entre tecnologia e educação é interessante observar que Marx em O Capital apoia-se em alguns textos de Johann Beckmann. Na obra Pequeña história de la tecnologia (1971), Albrecht Timm afirma que a questão básica na historiografia da técnica e da tecnologia, para Beckmann, é a união dos "sábios e fabricantes" (TIMM, 1971, p. 74), portanto, para ele, a tecnologia estava intimamente ligada à escola.

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

da razão, como na organização do trabalho. O autor assinala que os processos de mecanização das indústrias promoveram, por meio de um "treino consistente na apreensão mecânica das coisas", uma "programação da vida" e um grau de "compreensão treinada e uma estratégia ágil em todas as formas e ajustes quantitativos e adaptações" (Marcuse, 1999, p. 82), que se propagam da ordem tecnológica para ordem social.

Observada desse ponto de vista, a técnica e a tecnologia são fenômenos peculiares da maneira de estar no mundo, portanto não podem ser vistas como elementos externos aos sujeitos. Dessa perspectiva, a tecnologia, definida por Marcuse, tem seu sentido atribuído na estreita relação com a sociedade. Trata-se, sobretudo, de pensá-la como um processo social de vasta amplitude, dotado de uma lógica própria e de um movimento específico no qual são gerados ou destruídos incontáveis fatos singulares. As aspirações sociais passam a ser mediadas pelo processo tecnológico. Logo nas linhas iniciais do referido ensaio, Marcuse (1999) caracteriza os conceitos técnica e tecnologia:

> a tecnologia é vista como um processo social no qual a técnica propriamente dita (isto é, o aparato técnico da indústria, transportes, comunicação) não passa de um fator parcial. Não estamos tratando da influência ou do efeito da tecnologia sobre os indivíduos, pois são em si uma parte integral e um fator da tecnologia [...]. A tecnologia como modo de produção, como a totalidade dos instrumentos, dispositivos e invenções que caracterizam a era da máquina, é assim, ao mesmo tempo, uma forma de organizar e perpetuar (ou modificar) as relações, uma manifestação do pensamento e dos padrões de comportamento dominantes, um instrumento de controle e dominação (Marcuse, 1999, p. 73).

Cumpre apontar que a tecnologia entendida por Marcuse como processo social também diz respeito a uma mudança da racionalização vigente na sociedade; a racionalidade crítica perde espaço e passa a impor a racionalidade tecnológica, estabelecendo, assim, uma única verdade no mundo.

O autor descreve que a sociedade liberal era considerada o ambiente adequado à racionalidade individualista; porém, no decorrer do tempo, o processo de produção de mercadorias solapou a base econômica sobre a qual a racionalidade individualista se constituiu. A mecanização e a racionalização

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

forçaram o sujeito a submeter-se ao domínio das grandes empresas, ao ritmo e ao princípio da eficiência. É aqui que a tecnologia "paulatinamente expande o poder à disposição das grandes empresas criando novas ferramentas, novos processos e produtos" (Marcuse, 1999, p. 77), um poder que tende à concentração econômica. Impulsiona, também, o aumento da burocracia.

A eficiência, segundo Marcuse, exigia uma coordenação rigorosa para o incentivo do lucro e a eliminação de todo desperdício. É nessa circunstância que a avidez de lucro transforma em virtude moral o progresso econômico e, em culto, o aumento da produção.

Essa utilização lucrativa do aparato tecnológico, como expressa Marcuse (1999), afeta a racionalidade daqueles a quem serve e, assim, "a racionalidade individualista se viu transformada em racionalidade tecnológica", que

> de modo algum está confinada aos sujeitos e objetos das empresas de grande porte, mas caracteriza um modo difundido de pensamento e até as diversas formas de protesto e rebelião. Esta racionalidade estabelece padrões de julgamento e fomenta atitudes que predispõem os homens a aceitar e introjetar os ditames do aparato (Marcuse, 1999, p. 77).

Pode se depreender, no tocante ao indivíduo, que a racionalidade tecnológica estabelece uma padronização valorativa que o predispõe a aceitar e a servir os ditames do aparato[8]. Assim "o sujeito econômico livre tornou-se objeto de organização e coordenação em larga escala e o avanço individual se transformou em eficiência padronizada" (Marcuse, 1999, p. 78). Essa eficiência padronizada diz respeito aos padrões externos que são impostos aos indivíduos, em termos de funções ou tarefas predeterminadas. Nesse ínterim, o indivíduo eficiente é aquele que tem seu desempenho reconhecido somente nas ações que representam uma reação às exigências estabelecidas pelo aparato.

Marcuse vale-se de uma interlocução com Lewis Mumford e apresenta a expressão "personalidade objetiva" para caracterizar o homem na era da máquina. Em oposição ao indivíduo burguês livre, o indivíduo moldado pela

[8] Para Marcuse, o termo aparato é utilizado para designar as instituições, os dispositivos e as formas de organização da indústria de acordo com a situação social dominante.

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

racionalidade tecnológica - que teve como propulsor os processos de mecanização das indústrias - assume uma postura padronizada, ao transferir sua individualidade à maquinaria. Trata-se, pois, de suprimir toda subjetividade espontânea em detrimento dos processos da máquina. Esta, por sua vez, subordina a vida dos sujeitos a sua mera fatualidade. Vale expor aqui um trecho da obra Arte e Técnica (1952) quando Mumford apresenta um aspecto peculiar do sujeito moderno:

> Criara-se um mundo caótico no qual as máquinas se tinham tornado autônomas e os homens, servis e mecânicos [...]. E isso atingiu uma dimensão tal, que toda uma parte da vida do homem, que brota de sua natureza mais íntima, dos seus mais profundos desejos e impulsos, a sua capacidade de "fruir e dar amor, dar vida e receber vida dos seus semelhantes" foi suprimida [...] O homem tornou-se um exilado neste mundo mecânico: ou, pior ainda, tornou-se uma Pessoa Deslocada (Mumford, 1952, p. 14).

Complementarmente, Marcuse salienta que o avanço do processo de mecanização industrial também foi responsável por gerar consequências desastrosas para a sociedade. São aspectos negativos, cujos efeitos podem ser ilustrados pela tecnocracia terrorista.

> O nacional-socialismo é um exemplo marcante dos modos pelos quais uma economia altamente racionalizada e mecanizada, com a máxima eficiência na produção, também pode operar o interesse da opressão totalitária e da escassez continuada. O Terceiro Reich é, na verdade, uma forma de "tecnocracia": as considerações técnicas da eficiência e da racionalidade imperialistas superam os padrões tradicionais do lucro e do bem-estar geral. Na Alemanha nacional-socialista, o reino do terror é sustentado não apenas pela força bruta, que é estranha à tecnologia, mas também pela engenhosa manipulação do poder inerente à tecnologia: a intensificação do trabalho, a propaganda, o treinamento de jovens e operários, a organização da burocracia governamental, industrial e partidária – que juntos constituem os elementos diários do terror que seguem as diretrizes da maior eficiência tecnológica (Marcuse, 1999, p. 74).

Observa-se que a tecnologia busca a máxima eficiência na produção, eliminando o desperdício e a escassez. Ao mesmo tempo, pode operar o interesse da opressão totalitária. Verifica-se, então, uma amostra do caráter dual empreendido pela técnica, pois pode promover, tanto "o autoritarismo quanto a

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

liberdade, tanto a escassez quanto a abundância, tanto o aumento quanto a abolição do trabalho árduo" (Marcuse, 1999, p. 74). Ocorre que, sobre os pilares da eficiência, erigiu-se todo um complexo de guerra em que a tecnologia é a responsável por estimular tal ordenamento. Como afirma Hannah Arendt, os movimentos totalitários brotaram num mundo não totalitário e "os governos totalitários não foram importados da Lua" (Arendt, 2002, p. 41).

Em síntese, os impactos dessa racionalidade tecnológica incluem a subordinação da vida aos ditames do capital, com exploração econômica, subordinação do trabalho, vida administrada e intensa destruição ambiental. Produziram também uma sociedade profundamente desigual, pautada por mecanismos de exclusão e por um ambiente de incertezas, palco fecundo para soluções totalitárias.

COMPREENSÃO AMPLIADA DE TECNOLOGIA, AMBIENTE E UMA NOVA CULTURA POLÍTICA

Mumford (1952) e Marcuse (1999) apontaram, em suas obras, um movimento de racionalização da sociedade que marcou o século das luzes e o início da revolução industrial. Pouco a pouco, esse movimento ocupou todos os aspectos da vida social. Com a emergência de um meio técnico-científico-informacional no plano global, como bem salienta Milton Santos (2006, p. 225), a racionalização conseguiu alcançar, "todo o espaço geográfico" que, ao ser remodelado, acabou por substituir o próprio meio natural e o meio técnico. Nesse sentido, a técnica, acabou por se constituir, em si mesma, uma ordem em que se assentou "uma ordem social planetária" e da qual é "inseparável, criando, juntas, novas relações entre o 'espaço" e o 'tempo' [...] unificados sob bases empíricas" (Santos, 2006, p. 225).

Essa racionalidade instrumental e global elaborou, segundo o autor, um conceito de tecnologia apropriado ao sistema capitalista, isto é, estratégico para o desenvolvimento econômico, porém catastrófico para o meio ambiente social e natural, visto que busca impor a todos os lugares uma única racionalidade, sem respeitar os valores culturais locais, ecológicos e as condições técnicas

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

fundamentais, para (re)afirmar relações produtivas das comunidades rurais com a natureza, por exemplo.

Certamente por isso a chamada “crise ambiental”, cuja presença das relações predatórias entre o indivíduo e o meio se produz nesse período histórico, isto é, nessas mesmas condições atuais de mundialidade, em que os indivíduos são levados a ver o mundo como uma espécie de “metrópole total”, para usar a expressão de Ettore Sottsas (1991, p.39-40), tão bem referenciado por Milton Santos (2006), a técnica aparece com um verdadeiro universo de meios, instalando aquilo que denominou “tecnoesfera” (Santos, 2006, p.172) um lugar, uma ramificação da biosfera, dependente da ciência e da tecnologia.

Paralelamente, a técnica consegue elaborar, com as mesmas bases, a “psicoesfera” (Santos, 2006, p. 172), isto é, o lugar das ideias, crenças, paixões e significações, que também faz parte desse meio ambiente, desse entorno, que irá fornecer regras, normas e condutas à racionalidade ou estimular o imaginário.

> A tecnosfera se adapta aos mandamentos da produção e do intercâmbio e, desse modo, frequentemente traduz interesses distantes; desde, porém, que se instala, substituindo o meio natural ou o meio técnico que a precedeu, constitui um dado local, aderindo ao lugar como uma prótese. A psicosfera, reino das ideias, crenças, paixões e lugar da produção de um sentido, também faz parte desse meio ambiente, desse entorno da vida, fornecendo regras à racionalidade ou estimulando o imaginário. Ambas - tecnosfera e psicosfera - são locais, mas constituem o produto de uma sociedade bem mais ampla que o lugar. Sua inspiração e suas leis têm dimensões mais amplas e mais complexas (Santos, 2006, p. 172).

Essa “psicosfera e psicoesfera", diz Milton Santos, condiciona “os novos comportamentos humanos, e estes, por sua vez, aceleram a necessidade da utilização de recursos técnicos” (Santos, 2006, p. 172) e, é por isso mesmo que constituem a “base operacional de novos automatismos sociais” no espaço geográfico. São “lugares” com os quais o meio científico-técnico introduz a “racionalidade, a irracionalidade e a contra racionalidade, no próprio conteúdo do território” (Santos, 2006, p. 172). Nesse sentido e, como precondição, pode-se desenvolver uma compreensão do conceito de “ambiente” como uma dimensão que ultrapassa o meio físico.

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

O ambiente pode aparecer como categoria sociológica, integrada por processos de ordem física e social. Na direção dessa compreensão ampliada de ambiente, Marcuse sinaliza que o progresso tecnológico possibilitaria diminuir o tempo e a energia gastos na produção das necessidades da vida, além de reduzir a escassez. A técnica poderia emancipar ou individualizar o homem, livrando-o das longas jornadas de trabalho árduo. Na medida em que o indivíduo não ficasse mais preso à eficiência competitiva, o seu "eu" poderia crescer no reino das satisfações. Assim, de forma alvissareira, seria possível ainda propor que os homens podem fazer isso e, que, o que está em jogo, são problemas políticos e morais que transcendem elementos puramente tecnológicos.

Cabe ressaltar que Marcuse, em A ideologia da sociedade industrial: o homem unidimensional, de 1973*,* retoma o tema da tecnologia ao apontar as tendências da sociedade industrial avançada. No desenrolar da obra, sustenta que a solução estaria na própria racionalidade técnica, mas despida de suas particularidades exploradoras, e no desenvolvimento dos recursos disponíveis, pois a transformação tecnológica é uma transformação política.

Nessa acepção, a mudança política pode se tornar mudança qualitativa, se for alterada a direção do progresso técnico para a finalidade da pacificação da existência. Seria uma reconstrução qualitativa da própria base tecnológica, uma redefinição de valores em termos técnicos. Seriam novas finalidades técnicas, não apenas na sua utilização, mas também na formulação de hipóteses científicas. A ciência, nessas condições, passaria à quantificação de valores, um âmbito disponível para a liberdade. Significaria uma "reversão" à relação entre ciência e metafísica, seria as ideias definindo a realidade em termos outros que não os das ciências exatas. Significaria uma nova ideia de razão, de ciência e de técnica. Como sugere Boaventura de Souza Santos (1998), significaria um novo paradigma, passível de construir um conhecimento prudente para uma vida decente.

Nessa direção contribui Leff (2002; 2008), ao propor uma racionalidade ambiental, que pressupõe uma mudança política na finalidade da tecnologia, em oposição aos principais conceitos do capital. Pautada em um conceito próprio de

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

“o saber ambiental”, que busca compreender a relação sociedade-ambiente, a racionalidade ambiental seria uma forma alternativa à visão instrumental do mundo, pois englobaria valores ecológicos, a partir da elaboração de uma cultura política sustentável.

Uma cultura política interposta pela construção de mecanismos solidários e interativos, como princípio base de organização dos territórios, para favorecer, no contexto de políticas integradas, mudanças de hábitos e costumes compatíveis com uma visão de mundo mais sustentável. Uma nova cultura, um novo modo de ser e agir no mundo. Os apelos são urgentes. Tragédias ambientais apontam para uma economia insustentável.

Um passo inicial para reduzir os malefícios ou “o número de contradições espantosas e paradoxos trágicos com que defrontamos a todo momento” (MUMFORD, 1952, p. 9), segundo o autor da epígrafe deste artigo, seria descortinar esse mito do progresso e a fé absoluta na máquina como fonte de melhorias sociais. Assim, os humanos proporiam uma mudança paradigmática no que toca os valores, as finalidades e propósitos de suas ações.

Seguindo Mumford, pode-se dizer que a alternativa não reside na adaptação pragmática da personalidade humana à máquina, mas a subordinação desta última à personalidade humana. Na chave explicativa de Lenzi (2013), a máquina deve servir sempre a um padrão humano, ao ritmo e à medida humana, a um propósito humano, e ser refreada sempre que ameace esse desenvolvimento.

Nessa perspectiva, a tecnologia, seria entendida como a utilização de conhecimentos científicos para a satisfação das autênticas necessidades materiais de um povo, condicionando os interesses particulares aos públicos. Faria, portanto, parte de sua cultura e não poderia ser considerada como mera mercadoria atrelada apenas ao ganho econômico.

CONCLUSÃO

Neste artigo, tomou-se como premissa que, com o advento da ciência moderna, no século XVII, os avanços da revolução industrial e os progressos

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

acompanhados do desenvolvimento tecnológico no século XVIII, abriu-se a possibilidade de reorganizar a sociedade, o que implicou ordem e racionalidade, ou pelo menos uma nova ordem, uma nova racionalidade. A instauração da sociedade industrial supôs, não só transformações econômicas e tecnológicas, mas também a criação de novas regras. Em tese, pode-se dizer que a questão dominante no período foi a de fundamentar todo conhecimento e toda ação humana na autoridade da razão abstrata, lógica e impessoal. Essa instrumentalização da razão teve um alto custo para a humanidade, para a "técnica da arte de viver", para usar a expressão de Freud, e também para uma nova concepção de realidade.

A intensificação do trabalho e os efeitos da vida administrada apontam para uma sociedade doente. Mudanças requerem uma racionalidade que compreenda ambiente de forma integrada como meio físico e meio social e uma tecnologia voltada para a facilitação da vida. Como sugere Martha Tristão (2004), não se trata de substituir uma racionalidade por outra, mas de construir um pensamento dialógico entre a lógica da racionalidade instrumental e uma outra lógica "capaz de captar o que está tecido em conjunto, de religar, rejuntar" os fenômenos complexos deste tempo (Tristão, 2004, p. 52). Por exemplo, não é preciso renunciar às conquistas na produção de alimentos ou das facilidades nos transportes e na comunicação, que não podem carregar uma insustentabilidade humana, social e ambiental. Os fenômenos são complexos e podem ser compreendidos e tratados de forma integrada.

Como mencionado, as perguntas seriam simples, se não fossem difíceis. O que fica são perspectivas frente a um grande desafio: encontrar uma via de desenvolvimento pelo qual seja possível unir as virtudes das técnicas com as facilidades de produção e distribuição de larga escala conforme um modelo regulado de forma eficiente que esteja atrelado a valores qualitativos e propósitos humanos, mesmo que isso implique necessariamente "pensar" na superação da sociedade de classes, enfim, do capitalismo.

REFERÊNCIAS

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

ARENDT, Hannah. **A dignidade da política**. 3. ed. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2002.

BARAN, Paul A; SWEEZY, Paul M. **Capitalismo monopolista:** ensaio sobre a ordem econômica e social americana. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar editores, 1974.

COSTA, Sunamita Iris Rodrigues Borges; SILVA, Marlene Maria. A racionalidade ambiental na construção de tecnologias alternativas para a agricultura familiar: o caso do Serviço de Tecnologia Alternativa - SERTA. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Editora UFPR, n. 25, p.167-186, jan./jun.2012. Disponível em: http://dx.doi.org/10.5380/dma.v25i0.25325 Acesso em: 25 out. 2023.

FREUD, Sigmund. **O Mal-Estar na Civilização,** novas conferências introdutórias à psicanálise e outros textos (1930-1936). São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

LENZI, Letícia. **A ambiguidade da Tecnologia:** da analítica de Mario Bunge à hermenêutica de Lewis Mumford. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-graduação em Filosofia, 2013.

LEFF, Enrique. **Epistemologia ambiental.** 3. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. 6. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

MARCUSE, Herbert. Algumas implicações sociais da tecnologia moderna. In: **Tecnologia, Guerra e Fascismo.** São Paulo: Editora UNESP, 1999, p. 73-104.

MARCUSE, Herbert. **A ideologia da sociedade industrial:** o homem unidimensional. 4. ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1973.

MARX, Karl. **O capital:** crítica da economia política, 3. ed. Reginaldo Sant'Anna, Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, vol. 1, 1975.

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. Manifesto do partido comunista. **Estudos Avançados,** n. 12 (34), 1998. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/GL34qVhtfBzBb5YSYY4kGvp/. Acesso em: 25 out. 2023.

MUMFORD, Lewis. **Arte e Técnica.** Tradução Fátima Godinho. São Paulo: Martins Fontes, 1952.

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023

SANTOS, Milton. **A natureza do Espaço:** Técnica e Tempo, Razão e Emoção. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SANTOS, Boaventura Souza. **Um discurso sobre as ciências**. 10. ed. Porto: Afrontamento, 1998.

SOTTSASS, Ettore. **On the nature of metropolises**. Terrazzo, Architecture and Design. Milano, 1991.

TIMM, Albrecht. **Pequeña história de la tecnologia**. Madri: Guadarrama, 1971.

TRISTÃO, Martha. Saberes e fazeres da educação ambiental no cotidiano escola. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, Brasília, p. 47 – 55, nov. 2004. Disponível em: https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/revbea_n_zero.pdf. Acesso em: 25 out. 2023.

Revista Ambiente & Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG
v. 28, n. 2, Dezembro de 2023
Recebido em: 18/04/2023
Aceito em: 13/11/2023