


Leis da natureza e o modelo de desenvolvimento (in)sustentável: como o sistema educacional pode sustentar a vida e o planeta.

Francisco César de Sá Barreto
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

 <https://orcid.org/0000-0003-1238-4809>
fcsabarreto@gmail.com

RESUMO

O artigo discute as descobertas científicas e suas aplicações, pelo *Homo sapiens* ao longo da história, em especial, os efeitos negativos para os seres vivos e para o planeta. O modelo de desenvolvimento trilhado pela humanidade, baseado na lógica clássica, tem se mostrado insustentável. Uma nova perspectiva sobre as leis da natureza pode guiar uma lógica que propicie um modelo de desenvolvimento sustentável. É discutido brevemente os impactos causados pela epidemia do Coronavírus (covid-19), os efeitos do desmatamento da Amazônia e do Cerrado. Finalmente, faz sugestões para o modelo de sistema educacional que precisa também de uma alteração significativa. Somente com um modelo de desenvolvimento educacional novo é que o modelo de desenvolvimento humano, social e ambiental será uma realidade.

Palavras-chave: desenvolvimento educacional; leis naturais; sustentabilidade.

Laws of nature and (un)sustainable development: how the education system can help life and the planet.

ABSTRACT

The article discusses scientific discoveries and their applications made by Homo sapiens throughout history, in particular, the negative effects on living beings and the planet. The development model followed by humanity, based on classical logic, has proven to be unsustainable. A new perspective on the laws of nature can guide a logic that provides a sustainable development model. The impacts caused by the Coronavirus (covid-19) epidemic and the effects of deforestation in the Amazon and Cerrado are briefly discussed. Finally, it makes suggestions for the educational system model that also needs significant change. Only with a new educational development model will the human, social and environmental development model be a reality.

Keywords: educational development; natural laws; sustainability.

Submissão em: 28/06/2024 | **Aprovação em:** 15/20/2024

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento científico e suas aplicações tecnológicas alcançados pelo *Homo sapiens* no passado recente (ver Kurzweil, 2006; cf. figuras 2.a e 2.b, abaixo) trouxeram inquestionáveis benefícios aos humanos ao custo de significativos prejuízos para a natureza. Portanto, a questão da sustentabilidade se coloca de forma contundente. “O planeta está aquecendo, espécies estão sendo extintas e a questão vital é: em que medida nosso estilo de vida civilizado é sustentável?” (Bregman, 2021, p.121). Esse diagnóstico começou a ter grande projeção junto à sociedade após a Segunda Guerra Mundial e vem numa escalada de conscientização.

Os principais aspectos da questão relacionada com a sustentabilidade podem ser apresentados a partir de um resumo retirado do livro *Sapiens*, de Y. N. Harari (Harari, 2020, p.427), que expressa de forma limitada, mas precisa, as preocupações com relação ao Homem e seu futuro:

Repetidas vezes, os aumentos gigantescos da capacidade humana não necessariamente aumentaram o bem-estar dos sapiens como indivíduos e geralmente causaram enorme sofrimento a outros animais.

(...)

Deuses por mérito próprio, contando apenas com as leis da física para nos fazer companhia, não prestamos contas a ninguém. Em consequência, estamos destruindo os outros animais e o ecossistema à nossa volta, visando a não muito mais do que nosso próprio conforto e divertimento, mas jamais encontrando satisfação.

Essa questão, ligada à destruição de outros animais e do ecossistema, está associada aos resultados dos estudos sobre comportamento animal que levaram Konrad Lorenz (Lorenz, 1966, p. 233 e p. 290) a propor que mecanismos inibidores acompanharam o desenvolvimento de animais possuidores de garras que poderiam ameaçar a própria espécie. Segundo ele, entretanto, diferentemente de outros animais,

Na evolução humana, nenhum mecanismo inibidor para prevenir o repentino massacre foi necessário, ou seja, no processo de seleção não

apareceu na pré-história do ser humano nenhuma necessidade para criar mecanismos inibidores prevenindo a morte daqueles da mesma espécie. (Lorenz, 1966, p. 233)

Alerta Lorentz,

(...) a invenção de armas artificiais veio perturbar o equilíbrio da potencial morte e das inibições sociais. Quando isso aconteceu, a posição do Homem era muito próxima daquela da pomba que, por algum truque da natureza, de repente adquiriu o bico de uma águia. (Lorenz, 1966, p. 290)

A combinação do desenvolvimento de todo tipo de arma que leva à destruição e à falta de inibição ligada à preservação das espécies conduz a vida no planeta ao limite da extinção. Por isso, o modelo de desenvolvimento se mostrou insustentável desde o início e perdura até a atualidade. É por meio da conscientização, pela via da educação, que o *Homo sapiens* tem agora a oportunidade de modificar o modelo vigente.

Por exemplo, o reconhecimento da ausência de mecanismos inibidores prevenindo a morte daqueles da mesma espécie pode se apresentar na forma de arrependimento após um acontecimento trágico. Um exemplo desse arrependimento foi dado por Einstein, um pacifista de uma vida inteira, que, em 2 de agosto de 1939, assinou uma carta, escrita por Léo Szilárd, endereçada ao Presidente Franklin Delano Roosevelt (Einstein, 1939), avisando que os nazistas poderiam estar desenvolvendo armas nucleares. Einstein sugeriu aos Estados Unidos estocar minério de urânio e começar a trabalhar em suas próprias armas atômicas. Seis anos depois, em dois fatídicos dias de agosto de 1945, duas bombas americanas foram jogadas em Hiroshima e Nagasaki, no Japão. Einstein se arrependeu da carta. Em um artigo da Newsweek, de 1947, ele foi citado dizendo, “se eu soubesse que os alemães não teriam sucesso em produzir uma bomba atômica, eu nunca levantaria um dedo.” Entretanto, o presidente dos EUA, Harry Truman disse: “Agradecemos a Deus pela bomba atômica ter vindo para nós, e não para os nossos inimigos; e oramos para que Ele possa nos guiar para usá-la em Seus caminhos, e para Seus propósitos” (Presidente Harry, S. Truman, cit. in P. Anderson (2015, p. 42). A nossa atitude diante desse quadro, que não mudou, é de responder com tolerância, pois só assim o mundo terá chance de um futuro. Na sua análise Lorenz (1966, p. 290) conclui dizendo: “Eu acredito que a razão pode e exercerá uma pressão no mecanismo de seleção

na direção correta.” Esse deveria ser o desejo de todos.

Como Detoef afirmou,

Os homens são curiosos, industriais, inventivos. Desde que se encontram sobre a face da Terra, tentam dominar as formas da natureza, a começar pela descoberta do fogo, em princípio pelas necessidades de sobrevivência. Dedicando-se a compreender estas forças, o homem progressivamente as dominou, colocando-as a seu serviço. O método científico acelerou este processo a partir do século XIX. Todos os nossos universos técnicos, da máquina a vapor à informática, da vacina ao controle de natalidade, nasceram desta vontade de compreender e domesticar. Em todos os tempos, esta evolução suscitou reticências. Hoje em dia, pela própria rapidez e amplitude de suas consequências, as descobertas geram inquietações. Os homens são responsáveis pelo bom ou mau uso da ciência. Saberemos assegurar o equilíbrio e a harmonia sobre o nosso frágil planeta azul (Detoef, 1986)

Da mesma forma que estamos sujeitos permanentemente às ameaças de armas nucleares, é importante ressaltar que, enquanto a população humana cresce, foram destruídos dois terços das florestas tropicais, metade dos recifes de corais e um milhão de espécies lutam contra o desaparecimento, para citar alguns exemplos.

Além das armas nucleares, tem-se também a ameaça feita pela informática, que pode provocar enormes convulsões sociais. Em princípio não deveriam ser mencionados ao lado das questões ambientais. São três universos aparentemente ortogonais, mas causam – em diferentes escalas de tempo, danos ao planeta e, portanto, ao ser humano e a outras espécies de vida.

2. ERA DO COVID-19

Ao lado do cenário de crise indicado por Harari, existe agora a crise provocada pela pandemia Covid-19. Em 2020 surgiu o Coronavírus (Covid-19). Esse vírus atacou em todos os países, de forma diferente entre os desenvolvidos e subdesenvolvidos, pessoas

jovens e idosas, ricas e pobres, provocando a morte. Destruiu o conceito de cidade, uma grande invenção do *Homo sapiens*, eliminando o contato humano e colocando todas as pessoas confinadas dentro de suas casas, para trabalhar ou simplesmente viver. Escolas, lojas, cinemas, teatros, restaurantes e bares, igrejas, e outras mais, vazias; enfim cidades sem a vida, sem as pessoas. Ao mesmo tempo, o vírus induziu exemplos de políticas sociais desejáveis que podem ser adotadas depois de sua ansiada eliminação ou controle completo e após todas as mortes por ele causadas.

Grandes cidades em várias partes do mundo, como São Paulo, tiveram o índice de poluição do ar reduzido em mais de 50%. O vírus limitou a movimentação de carros nas ruas. Como se sabe, a poluição do ar causa morte às pessoas e ao planeta. A Organização Mundial da Saúde estima em 7 milhões o número de mortes devido à poluição atmosférica ao ano, e o efeito combinado de poluição com a pandemia é ainda mais grave. O vírus vem como se fosse uma mensagem da natureza ao *Homo sapiens*, como se afirmasse: vocês precisam parar de agredir e levar à destruição a natureza e o próprio ser humano, vocês podem viver e atuar de maneira a preservar a vida do planeta e das pessoas e outras formas de vida. E, nos dá exemplos, como a redução da poluição provocada pelos carros, do que pode ocorrer com a sociedade humana, para o mal (morte) ou para o bem (vida) (ver Sa Barreto, 2022, no prelo).

Ou seja, aparentemente a natureza procurando se preservar, vai criar formas de vida e mecanismos de regulação do ecossistema que atacam e matam os seres humanos. O vírus é um exemplo. Outras epidemias vieram antes, outras poderão vir e, esperamos que com novas atitudes e outros tipos de ações, a sociedade possa se prevenir de forma que epidemias não venham mais.

Na verdade, em outubro de 2020, foi dado um alerta por um painel internacional de cientistas que classificou o momento que vivemos como "Era das Pandemias". Futuras pandemias surgirão cada vez com maior frequência, se espalharão mais

rapidamente, causarão mais danos à economia mundial e matarão mais pessoas do que a Covid-19, se não forem adotadas globalmente estratégias preventivas que incluam uma proteção maior ao meio ambiente. O trabalho, encomendado pela Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES), ligada à ONU (Organização das Nações Unidas), foi conduzido por um grupo de 22 cientistas. (Jornal “O Estado de S. Paulo”, 30/10/20).

A pandemia do Covid-19 mergulhou o mundo em uma grande incerteza. Nada é previsível. Não se sabe se haverá uma transformação ou se vamos continuar seguindo as diretrizes políticas, econômicas, sociais e ecológicas do mundo que antecederam à pandemia. A pandemia fez surgir um Novo Normal – tudo teve que ser repensado, muitos conceitos ficaram “ultrapassados”, tiveram ou terão que ser revistos e talvez, o melhor exemplo, seja o conceito de sustentabilidade – para que as futuras gerações tenham chance de interagir com a natureza e receber dela serviços ambientais essenciais. Muito provavelmente há que se inserir na abrangência da sustentabilidade o conceito de decrescimento – a necessidade de permanecermos dentro dos limites do Planeta Terra. Assim, temos tarefas a cumprir, pois “[O] ressurgimento das epidemias que atingem principalmente os países mais pobres apresenta novos desafios” (ver Sa Barreto, 2022, no prelo). E mais:

O vírus expõe a anormalidade da sociedade cabendo a pergunta, que tipo de brasileiros queremos ser? Cidades destruídas, poluidoras, zonas de violência, desgovernadas, é o retrato comum em várias regiões. É urgente uma proposta, e sua implementação, de uma governança global para enfrentar os desafios apresentados do meio ambiente e das epidemias (ver Sa Barreto, 2022, no prelo).

Seguindo Lorenz, o ser humano precisa criar mecanismos sociais de inibição capazes de mudar as relações dele com a natureza e com aqueles da mesma espécie, seus coirmãos. Essas mudanças devem ser contempladas no cenário das descobertas científicas e suas aplicações e os resultados, positivos ou negativos, na sociedade e no

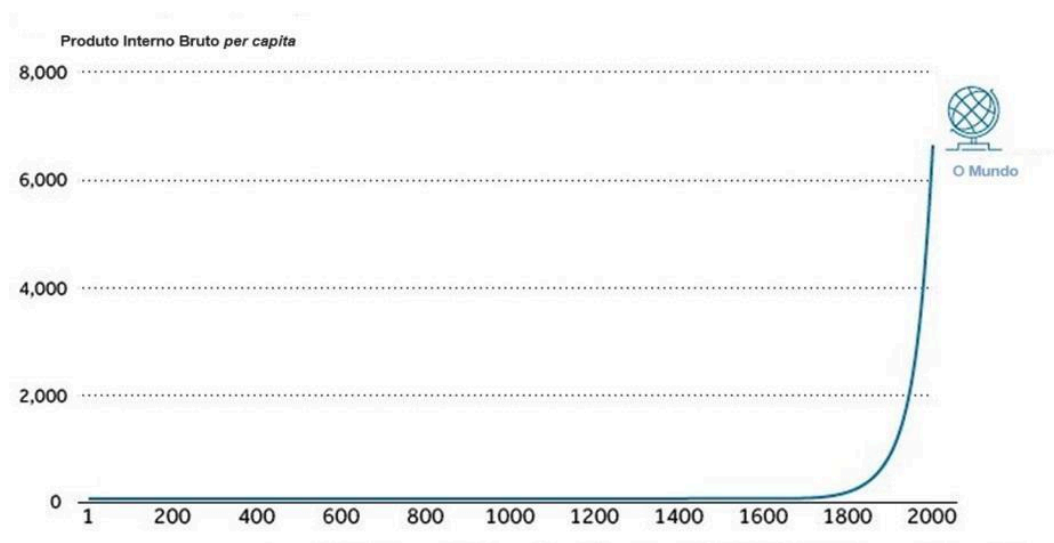
planeta. A próxima seção apresenta um resumo das descobertas realizadas pelo *Homo sapiens* e suas aplicações.

3. DESCOBERTAS CIENTÍFICAS E SUAS APLICAÇÕES

A primeira pergunta a ser feita é: Qual é o papel e o resultado alcançado pelas descobertas do *Homo sapiens* ao longo da história? Serão apresentados alguns dados que ilustram bem os resultados de sucesso alcançados pela aplicação das descobertas científicas para a sociedade (Sa Barreto, 2021).

O crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) num período de 300 anos é vertiginoso. É mais dramático se o período de análise for maior, como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Produto Interno Bruto: Crescimento Mundial



Fonte: GHDx, 2008

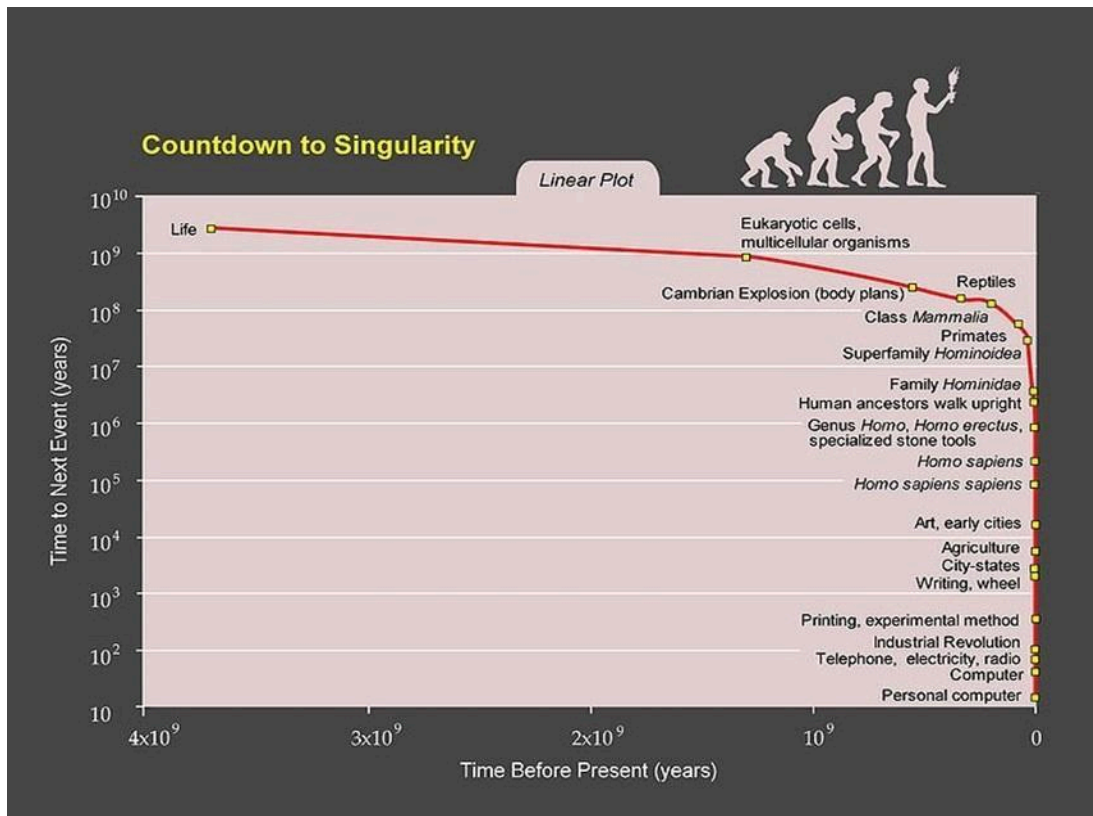
O padrão ascendente indicado no gráfico tem a ver com a Revolução Industrial. Foi ela que gerou um gatilho para a subida rápida, principalmente devido à aplicação da Termodinâmica. Depois, o crescimento exponencial foi sustentado por outras tecnologias:

da máquina a vapor, ao motor elétrico, informática e, agora, Inteligência Artificial. O PIB é uma medida para a tecnologia, não para a ciência.

A explosão e crescimento do conhecimento que causam esse aumento da riqueza pode ser ilustrado com o fato de que, em 2005, foram produzidos mais transistores a baixo preço do que grãos de arroz, de acordo com a *Business Week* (ver Siqueira, 2008). O transistor, descoberto em 1947, é um dispositivo básico, normalmente construído numa “bolacha” de silício e que sustenta toda a revolução tecnológica da informação. A título de comparação, existem 10^{11} estrelas na Galáxia Via Láctea, 10^{14} células no corpo humano, 10^{15} grãos de arroz produzidos anualmente, 10^{17} formigas no planeta e 10^{19} transistores produzidos por ano ao custo de 1/100 do custo de cada grão de arroz produzido.

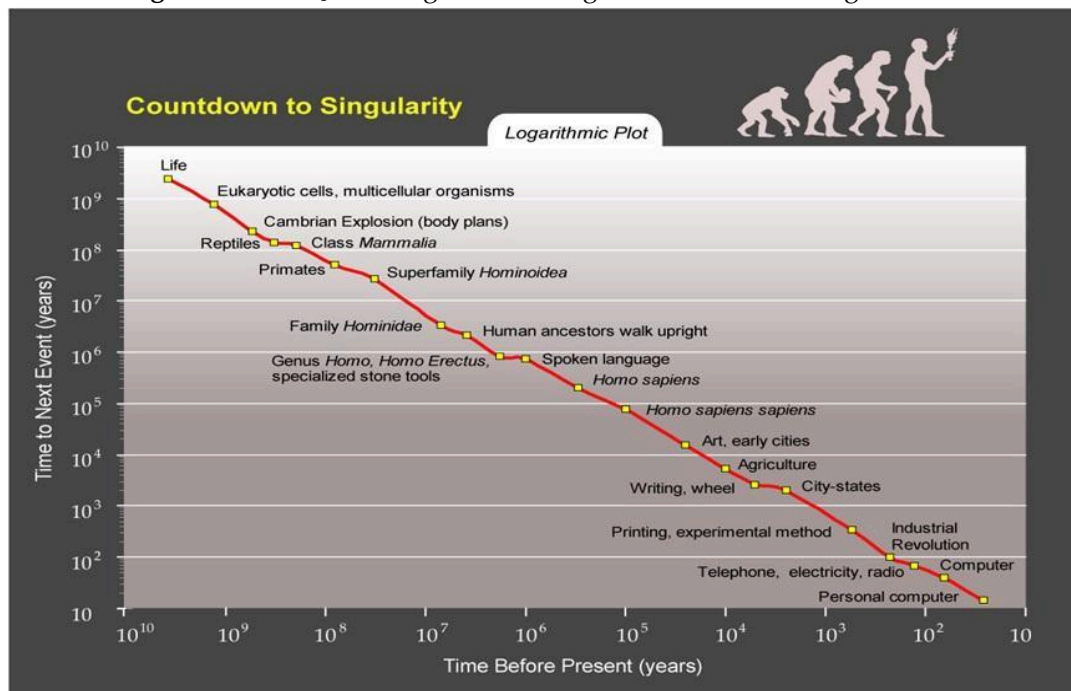
O conhecimento humano, como fundamento, e seus desenvolvimentos, como tecnologias, alcançam a biologia como mostram as figuras 2 e 3. As figuras mostram no eixo vertical (eixo Y) o tempo para o próximo evento e no eixo horizontal (eixo X) o tempo antes do presente.

Figura 2 - Evolução biológica e tecnologia humana - escala linear.



Fonte: Kurzweil, 2006, p.18.

Figura 3 - Evolução biológica e tecnologia humana - escala logarítmica.



Fonte: Kurzweil, 2006, p.17.

A evolução biológica e a evolução da tecnologia humana mostram uma aceleração contínua, indicada pelo tempo mais curto para o próximo evento. Por exemplo, foram 2 bilhões de anos da origem da vida às células e 14 anos do computador PC à World Wide Web. Verifica-se que todas as descobertas e inovações ocorreram muito “recentemente”, próximas de nossos dias. Além disso, como pondera Sa Barreto (Sa Barreto, 2022, no prelo), [A] As novas tecnologias permitem o aumento das horas de trabalho ao lado de baixos salários. A saúde – fonte de enriquecimento de laboratórios –, usando tecnologias modernas e eficientes, é deixada de lado para as camadas mais necessitadas e pobres da população.

Se a idade do universo (bilhões de anos) fosse reduzida a 1 dia (24 horas), todas as descobertas e criações do *homo sapiens* a partir da imprensa (por J. Gutenberg, *circa* 1450), até o dia de hoje teriam ocorrido nos últimos 400×10^{-9} segundos = 0,4 microsegundos deste extraordinário dia! Ou ainda, se a história da vida na Terra fosse em 1 ano e não em 4 bilhões de anos, teríamos no dia 01 de Janeiro a primeira vida na Terra, em meados de Outubro o início do domínio das bactérias na Terra, no dia 25 de dezembro ocorreria a extinção dos dinossauros, no dia 31 de dezembro, às 23 horas, surge o Homem, às 23h58min do dia 31/12 a agricultura é inventada e nos 60 segundos finais, antes da meia noite, ocorre toda a história humana (ver Bregman, 2021, p.64).

A título de exemplo são apresentados alguns dados do retorno econômico resultante da área de CT&I. Cerca de 30% (talvez mais!) do PIB norte-americano são baseados em invenções tornadas possíveis pela mecânica quântica, de semicondutores em chips de computadores a lasers em reprodutores de CD's e DVD's, aparelhos de ressonância magnética em hospitais, e muito mais. Recente trabalho publicado pelo *Levy Economics Institute* (Hanusch; Chakraborty; Khurana, 2017) mostra que os investimentos em CTI possuem retorno muito mais elevado do que os investimentos em outras áreas. O retorno social para cada 1% de aumento do gasto por área apresentou 0,30% em Saúde, 0,25% em Educação, 0,03% em Defesa, 0,01% em Infraestrutura e 9,92% em Ciência,

Tecnologia e Inovação (CTI). O complexo conjunto de dados apresentado, e com destaque para investimentos em CTI, faz parte fundamental e estruturador do modelo de desenvolvimento vigente. Entretanto, ao apresentar esses dados não se está fazendo uma apologia ao modelo de desenvolvimento vigente. O modelo de desenvolvimento atual, como foi dito, se mostrou insustentável desde o início e perdura até a atualidade.

Como disse com propriedade a Ministra dos Povos Indígenas do Brasil, Sônia Guajajara:

Nós não somos os únicos que necessitam aqui viver. Nós apenas coabitamos a mãe Terra junto com milhões de outras espécies. O desprezo por essas outras formas de vida, as práticas de desmatamento intenso feitas sempre em nome da economia de curto prazo, têm efeitos devastadores para o futuro de todos nós. As alterações no uso do solo provocam um grande desequilíbrio em nosso ecossistema, que impactam diversas espécies causando profundas transformações, inclusive, as grandes epidemias.

Ainda resta outra pergunta: quais são os resultados negativos para a sociedade humana e para o meio ambiente que essas pesquisas e descobertas trouxeram? Guerras, bombas de destruição quase total, violência urbana, fome, poluição, entre outros, aparecem ao lado de penicilina, arte e cultura, eletricidade, para citar alguns resultados úteis à sociedade.

Thomas Mann no seu livro “A Montanha Mágica” (Mann, 2016, p.233), apresenta uma visão otimista por meio do personagem Settembrini que defende a técnica como responsável pela união entre os povos. Dizia, “Havia dois princípios que disputavam a posse do mundo: a força e o direito, a tirania e a liberdade, a superstição e a ciência, o princípio da estagnação e o do movimento efervescente, do progresso...”

E, ainda:

A técnica subjogava cada vez mais a natureza, pelas comunicações que criava, pelas redes de estradas e telégrafos que construía, e pelas vitórias que conquistava sobre as diferenças de clima; dessa forma apresentava-se como o meio mais seguro para aproximar os povos, para favorecer o contato entre eles, para levá-los a acordos humanos, para destruir os preconceitos existentes, e, finalmente, para estabelecer a união universal. A raça humana tinha a sua origem na escuridão, no medo e no ódio, mas avançava e subia por um caminho brilhante, rumo a um estado terminal de simpatia, luminosidade íntima, bondade e felicidade. O veículo mais apropriado para transpor esse caminho era a técnica, declarou Settembrini ... Havia dois princípios que disputavam a posse do mundo: a força e o direito, a tirania e a liberdade, a superstição e a ciência, o princípio da estagnação e o do movimento efervescente, do progresso... Não existia a menor dúvida quanto à questão de saber qual das duas forças terminaria por triunfar; só poderia ser a da luz, a do aperfeiçoamento guiado pela razão. (Mann, 2016, p.290)

Enfim, o *Homo sapiens* é um animal inteligente e criativo, mas desprovido de inibição. Assistimos hoje as previsões de Marx e Engels, de 1848:

A burguesia suprime cada vez mais a dispersão dos meios de produção, da propriedade e da população. Aglomerou as populações, centralizou os meios de produção e concentrou as propriedades em poucas mãos.

(...)

A sujeição das forças da natureza, as máquinas, a aplicação da química na indústria e na agricultura, a navegação a vapor, as estradas de ferro, o telegrafo elétrico, a exploração de continentes inteiros, a canalização dos rios, populações inteiras brotando da terra como por encanto - que século anterior teria suspeitado que semelhantes forças produtivas estivessem adormecidas no seio do trabalho social (Marx; Engels, 2017, p.21).

Portanto, mudar o modelo de desenvolvimento é necessário exatamente para o *homo sapiens* continuar evoluindo e para manter a sustentabilidade da espécie humana e do planeta. De fato, um lado positivo, é que a espécie humana vem sistematicamente criando inibições sociais poderosas para controlar os efeitos da ausência de inibição.

4. A AMAZÔNIA E AS LEIS DA TERMODINÂMICA

Como exemplo são apresentados, com detalhes, uma atuação negativa do *Homo sapiens*. Trata-se da “Amazônia e as leis da termodinâmica”. Existe uma grande relação ou conexão da termodinâmica com os processos ambientais.

Em primeiro lugar é importante informar que as leis da termodinâmica são leis da natureza, ou seja, a natureza se comporta de acordo com essas leis, que foram descobertas e enunciadas pela ciência física. A primeira lei da termodinâmica afirma que “matéria não pode ser criada ou destruída, somente transformada”. Esse enunciado significa que na natureza a matéria sofre transformações, mas não pode desaparecer. A energia também se transforma, mas não desaparece. Nesse caso tem-se a lei da conservação de massa/energia. Ou seja, os enunciados deveriam se referir a matéria/energia. Um conhecido enunciado popular da primeira lei é atribuído a Lavoisier: “na Natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”.

A segunda lei da termodinâmica afirma que “a entropia de um sistema fechado cresce na direção de um máximo”. Entropia é a quantidade de energia que não é mais capaz de realizar trabalho em um sistema. Dessa forma, a natureza está num processo permanente de desordem. Diferentemente da primeira lei, a segunda lei da termodinâmica não é uma lei universal da física. Por exemplo, não se aplica de forma direta ao nível molecular. Por outro lado, a 2ª lei aplicada ao universo merece um comentário.

A entropia aumenta em direção ao máximo possível num sistema fechado, então é necessário considerar o universo fechado. Vamos supor isso. Mas está em expansão. Assim, o máximo possível também aumenta, e a entropia pode aumentar num ritmo menor do que aumenta o máximo possível, de forma que há espaço para criação de

ordem (galáxias, estrelas, etc.). Mesmo que o universo estivesse no estado de máxima entropia no *big bang*, a expansão posterior do máximo possível num ritmo maior do que o crescimento da entropia real faz com que hoje estejamos num estado mais ordenado, com entropia menor do que o máximo possível, embora tenha crescido.

E, ainda, cabe mencionar (ver Stenger, 2006, p.94,106):

A segunda lei não impede que um sistema não isolado se torne mais ordenado. Mas, e o Universo como um todo? Presumivelmente constitui um sistema isolado, pelo menos como hipótese de trabalho. O Universo não teve que começar num estado mais ordenado do que é agora, uma vez que a desordem, ou entropia, aumenta com o tempo? Isto não exige que o Universo tenha sido formado com uma ordem pré-existente?

De qualquer forma pode-se afirmar que 'a morte resulta da vitória da entropia'. A vida, ao contrário, busca permanentemente reciclar a matéria e, portanto, valoriza a energia que ainda é capaz de realizar trabalho. Dessa forma, a vida é um eterno desafio à entropia, pois busca a estabilidade, no seu processo de evolução.

Segundo o pensamento ecológico clássico, a vida/natureza busca um equilíbrio dinâmico, equilíbrio este que admite oscilações e ritmos e nunca a estabilidade estática. Para tanto, e segundo a 2ª Lei da Termodinâmica, utiliza a energia fixada prioritariamente através da fotossíntese (proporcionalmente a energia advinda da quimiossíntese é pequena) que vai sendo transferida ao longo das cadeias tróficas com grandes perdas (c. 90%!) de modo que estas cadeias não podem ser muito longas, uma demonstração ou consequência do aumento da entropia.

O conceito de cadeia trófica evoluiu para redes tróficas o que amplia a fixação de energia pela participação simultânea de mais produtores primários e conseqüentemente de mais herbívoros, consumidores secundários, terciários, etc. Mas um limite a observar é sempre a quantidade de energia fixada ao nível dos produtores, pois é a partir desta que

a energia vai sendo transferida para os níveis seguintes depois de sofrer perdas consideráveis pela respiração, injúrias, degradação e morte.

A Amazônia não é um sistema fechado. Todos os sistemas complexos, principalmente os sistemas ecológicos, são abertos e evoluem para aumentar sua complexidade.

A primeira lei trata das quantidades de energia. A segunda lei, entretanto, ao dizer, por exemplo, que energia cinética pode ser integralmente transformada em energia térmica, mas não ao contrário, indica uma qualidade para a energia.

De forma simples, Isaac Asimov (Em *The Origin of the Universe*, em *ORIGINS: How the World Came to Be*, série em vídeo, Eden Communications, EUA, 1983), explica:

A Segunda Lei da Termodinâmica afirma que a quantidade de trabalho útil que você pode obter a partir da energia do universo está constantemente diminuindo. Se você tem uma grande porção de energia em um lugar, uma alta intensidade dela, você tem uma alta temperatura aqui e uma baixa temperatura lá, então você pode obter trabalho dessa situação. Quanto menor for a diferença de temperatura, menos trabalho você pode obter. Então, de acordo com a Segunda Lei da Termodinâmica, há sempre uma tendência para as áreas quentes se resfriarem e as áreas frias se aquecerem - assim cada vez menos trabalho poderá ser obtido. Até que finalmente, quando tudo estiver numa mesma temperatura, você não poderá mais obter nenhum trabalho disso, mesmo que toda a energia continue lá. E isso é verdade para TUDO em geral, em todo o universo (Asimov, 1983).

A segunda lei está aqui se referindo a um sistema fechado, o Universo. Ao trocar o sistema Universo para a Amazônia, o sistema passa a ser aberto e, portanto, abre também a possibilidade de o sistema reduzir sua entropia.

A diferença entre o Desenvolvimento gerado a partir da Revolução Industrial e o

Desenvolvimento Sustentável, pode ser entendida com base nas leis da termodinâmica. O primeiro considera, prioritariamente, ou apenas, a primeira lei da termodinâmica, ou seja, a transformação de energia. O segundo incorpora a segunda lei da termodinâmica, reconhecendo que a primeira lei pode ser usada, mas propõe que o equilíbrio não seja atingido, que se reserve um pouco de desequilíbrio para a realização de outros trabalhos necessários, no futuro.

É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro. No caso das florestas, os dois tipos de desenvolvimento podem ser exemplificados da seguinte forma: o primeiro leva à destruição das árvores, para a produção de madeira, queima o terreno para colocar gado ou plantar soja. O retorno econômico pode ser grande, mas a floresta desaparece. Compensa? Como exemplo, o segundo extrai o látex das árvores para gerar a borracha e outros produtos. O retorno financeiro pode ser menor, mas a floresta é preservada.

Existe uma fonte de energia inesgotável e que é uma energia que permite reduzir a entropia localmente. A Amazônia é um sistema aberto com uma fonte incomensurável de energia disponível, o sol. Queimar ou explorar látex é um belo exemplo se associado com o balanço energético e entrópico dos dois processos. Pode-se ter queimada local e o sistema amazônico estar reduzindo a entropia. Aparentemente, mas não necessariamente verdadeiro, essa seria a lógica do Agronegócio, entre outros, para justificar as queimadas na Amazônia. De fato, as queimadas não destroem a energia, mas levam ao desequilíbrio.

O Banco Mundial defendeu por meio do documento “Equilíbrio Delicado Para a Amazônia Legal Brasileira: Um Memorando Econômico”, divulgado pela instituição em 09/05/2023, que é necessária a revisão do modelo de crescimento da Amazônia que possibilitará maior proteção da floresta e da biodiversidade. O documento aponta que o desmatamento na região está atrelado a atividades como a pecuária, a ampliação da

fronteira agrícola e a mineração.

O incremento do desmatamento poderia levar a floresta a um ponto onde não seria mais possível reverter seus efeitos. É o que apontamos quando nos referimos à segunda lei da termodinâmica. Segundo a publicação, o desmatamento coloca em risco o valor da floresta em pé no Brasil, estimado em mais de 317 bilhões de dólares por ano, valor equivalente a sete vezes o valor estimado da exploração privada ligada à agricultura extensiva, à exploração madeireira ou à mineração.

Quando mencionado o 'látex', destacou-se o retorno econômico sustentável designado pelo 'valor da floresta em pé', que se refere ao dinheiro que circula pela exploração de serviços como o turismo ou a produção de produtos não madeireiros, além do armazenamento de carbono. Vale salientar a proposta da bioeconomia, que tem como arcabouço central a manutenção da floresta em pé e a exploração sustentável de seus produtos, estabelecendo redes produtivas sustentáveis.

O novo relatório global do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2018) indica que a temperatura média do planeta tende a aumentar 1,5 °C nas próximas duas décadas, trazendo devastação generalizada. O relatório informa que mudanças climáticas induzidas pelo comportamento humano já estão influenciando em eventos climáticos extremos em todas as regiões do planeta com tendências irreversíveis no que diz respeito à mudança climática global. As catástrofes no Rio Grande do Sul, em 2024, são um exemplo dessas mudanças climáticas.

A Amazônia durante a fotossíntese absorve dióxido de carbono e emite oxigênio. Existem estudos que mostram que a quantidade de oxigênio que a Amazônia consome é quase a mesma que a quantidade que ela produz. Portanto, se cancelam e não fornecem quase nenhum oxigênio à atmosfera. Mas, alertam que a Amazônia é o ecossistema com

uma das maiores biodiversidades do planeta e que ela está ameaçada por vários motivos. Entre outros, o desmatamento libera carbono para a atmosfera que estava preso por centenas ou milhares de anos (Ritchie, 2024).

Há que distinguir, portanto, florestas maduras — consomem praticamente tudo o que produzem, inclusive o oxigênio —, das florestas jovens, nas quais a relação Produção x Consumo é maior que 1 ($P \times R > 1$) quando então a produção excede o consumo da própria floresta e há, portanto, liberação de oxigênio. É essencial salientar que a visão de “Amazônia pulmão do mundo” (provavelmente utilizada durante a Conferência de Estocolmo em 1972) não é correta já que estamos diante de diversas florestas e não apenas uma floresta única, com relações $P \times R$ que variam de $P \times R = 1$ a $P \times R > 1$.

Isto também nos remete a relação entre produtividade versus biodiversidade. Seria esperado então que maior produtividade implica necessariamente em maior diversidade? Este é um tópico ainda objeto de discussão na Ecologia, uma vez que não se observa uma relação direta e constante entre maior produtividade resultando em maior diversidade.

Além disso, considerando que produtividade diz respeito a uma taxa de produção por unidade de área/volume, enquanto produção é o aumento de biomassa, não necessariamente esta é uma discussão esgotada e que merece, portanto, mais estudos e comprovação.

Vale aqui a observação de Flannery (1994), embora considerando a questão específica para Australasia, em seu livro *The Future Eaters: an ecological history of the Australian Lands and People*, que disse textualmente: “a variabilidade da produtividade sozinha é insuficiente para explicar diferenças na diversidade, uma vez que o tempo é também um fator importante”, para explicar a persistência da baixa condição nutricional causada pela estabilidade climática e geológica resultante da deriva continental e da

espessa crosta do subcontinente Australiano ao longo de dezenas de milhões de anos.

Falta um pouco de todo esse conhecimento a alguns ‘ecólogos’ e, principalmente, o que é mais grave, aos educadores, governantes e políticos. Além disso, trata-se de uma importante questão educacional que tem impacto na vida no planeta. Portanto, esse conhecimento deveria constar permanentemente da agenda de órgãos de educação, como escolas do ensino primário e básico, universidades, ministério e secretarias de educação, e do Conselho Nacional de Educação, que sendo um órgão de Estado deve levar suas ações aos diferentes setores da sociedade. Na verdade, o país precisa de uma Educação diferente da atual.

Uma lista reduzida das leis da natureza (leis da física) é apresentada abaixo e os desenvolvimentos tecnológicos a partir delas são normalmente considerados sustentáveis, mas, de fato, podem ser classificados como insustentáveis. Essas leis e suas aplicações podem ser trabalhadas de forma didática como foi feito acima no caso da Amazônia e as leis da termodinâmica. Essa é uma nobre tarefa do sistema educacional, ensino básico e ensino superior, e que precisa ser construída e implementada. O planeta e a vida mostrarão o resultado dessa atuação advinda do sistema educacional.

As leis da física que merecem destaque são: termodinâmica, eletromagnetismo, relatividade, fluidos, mecânica quântica, física atômica, física nuclear. E alguns desenvolvimentos tecnológicos que resultaram da aplicação dessas leis são: usinas (luz elétrica), reatores, aço, semicondutores, mineração, agropecuária, barragens, água, poluição, queimadas, meio ambiente, plástico, borracha, carros, entre outros. Além disso, sob um olhar transdisciplinar, devem ser considerados estudos e discussões sobre sistemas abertos, estruturas dissipativas, vida como um sistema fora do equilíbrio, vida coletiva, estudos sobre a “consciência” para tratar esses problemas, entre outros.

No que diz respeito aos estudos sobre vida coletiva e consciência, um potencial

caminho para o ensino corporificado e de impacto para os aprendizes, é a prática da meditação em suas variadas formas, sobretudo aquelas que levam à experiência da compaixão, alegria apreciativa, bondade amorosa e a equanimidade. Essas virtudes são conhecidas como *brahmaviharas*¹ na tradição budista, ou as quatro virtudes incomensuráveis. Elas conduzem os seus praticantes à percepção da interdependência de tudo o que há e da sua originação comum.

Pesquisas que vêm sendo conduzidas sobre a efetividade de instrumentos educacionais que levem em conta a dimensão interna do indivíduo, acessível através de práticas meditativas, têm demonstrado resultados positivos para a sensibilização a comportamentos sustentáveis, que levem em conta a coletividade e o bem estar global do planeta (Wamsler *et al.*, 2021; Wamsler *et al.*, 2022). A efetividade desse tipo de abordagem nos traz a esperança de que as novas gerações podem ser precursoras de um modo de viver alinhado às necessidades de todos os seres e dos ecossistemas em que existimos.

5. SOJA, ÁGUA, CERRADO

Essas três palavras do título da seção estão intimamente interligadas. Os primeiros comentários dizem respeito à fixação do Nitrogênio no solo, resultado de pesquisa científica. Em seguida será descrito o uso da água na irrigação e finalmente o impacto no bioma Cerrado.

As pesquisas de Johanna Döbereiner (ver CNPq/Lattes²) abriram caminhos para o desenvolvimento da agropecuária brasileira, notadamente da cultura da soja, tornando-a mais racional. Ela demonstrou que, na sojicultura no Brasil, era possível recorrer-se a certos tipos de bactérias que fixam o nitrogênio no solo. A alternativa para melhoria do solo seria o adubo mineral que é caro e nocivo ao meio ambiente. Ou seja, essa pesquisa

¹ Cf. <https://drarisworld.wordpress.com/2020/02/23/four-divine-abodes-brahma-viharas-in-theravada-buddhism/>

² <http://lattes.cnpq.br/9138368383924203>

tem como um possível resultado uma economia de recursos e preservação do meio ambiente. De fato, o resultado desse desenvolvimento tornou o Brasil o segundo maior produtor de soja do mundo e o maior exportador deste produto.

Por outro lado, ações políticas e econômicas com relação ao agronegócio, em especial à soja, trouxeram resultados não tão positivos para o país. Por exemplo, considera-se que o 'agronegócio' contribui para o Produto Interno Bruto do país com 27,4%. Entretanto, restringindo o agronegócio às criações e às plantações, sua contribuição não chega a 7%, segundo os cálculos do IBGE. Ou seja, a produção rural associada a plantas e animais, representa um quarto do que se classifica como 'agronegócio'.

O agronegócio se apresenta de duas formas: um lado que tem dificuldade para adquirir o básico e o outro lado em que “uma minoria enriquece, desemprega, morde o erário, destrói o meio ambiente, abala as contas públicas, desequilibra mercados, inviabiliza a pequena produção, caloteia dívidas, acumula problemas com o fisco e superfatura sua verdadeira relevância econômica” (O Agro é Top?, 2022). Em especial, com relação à 'soja' o Brasil é competitivo porque exporta soja sem cobrar por água e biodiversidade perdidas. E quem paga o preço dessa perda é o povo brasileiro e o nosso ambiente. Ou seja, transferimos água para o exterior, por meio da soja, sem incluir no seu custo de produção esse 'bem' tão precioso hoje e, mais ainda, no futuro. (Barbosa, 2022)

Como já ressaltado em (ver Sa Barreto, 2022, no prelo)

Foram apresentadas alertas para a sociedade na defesa da liberdade e da natureza. A Amazônia e o Cerrado, sua depredação e necessária preservação para garantir a vida no planeta, foram temas presentes. É preciso lembrar que o ser vivo é vestido pelo ambiente e que a crise hídrica é perene. Na verdade, o meio ambiente sofre com as ações combinadas da ciência e tecnologia e com os objetivos do capitalismo, que visa o lucro e o enriquecimento de poucas pessoas no planeta. A mudança climática causa destruição do ambiente e da vida animal. Se nada for feito pode ocorrer a queda do céu, como disseram Kopenawa e Albert (2015).

O Cerrado brasileiro vive um momento de desmatamento e ao lado do avanço descontrolado do agronegócio está sofrendo na sua preservação. Esse descontrole sobre o território e o desmatamento está matando nascentes de água e pequenas lagoas extremamente importantes para o abastecimento da população e a geração de energia elétrica. Oito das 12 principais bacias hidrográficas brasileiras, como as dos rios São Francisco e Paraná, nascem nesse que é o segundo maior bioma do país, perdendo só para a Amazônia. De acordo com o biólogo e pesquisador Reuber Brandão “o uso da água do Cerrado para irrigação de produtos agrícolas, principalmente a soja, está diminuindo o volume do recurso nessas bacias, além de destruir boa parte da fauna e da flora que fazem do bioma a savana mais biodiversa do planeta” (Machado, 2022). O INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) divulga que enquanto o desmatamento da Amazônia cai 40%, no Cerrado ele está em alta (Jornal Nacional, 2024).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

“Nós mesmos somos o nosso pior inimigo. Nada pode destruir a humanidade, mas a própria humanidade.” Pierre Teilhard de Chardin.

Foram apresentados alguns alertas para a sociedade na defesa da vida e da natureza. Em especial, destacou-se a Amazônia e o Cerrado, sua depredação e sua necessária preservação para garantir a vida no planeta. Na verdade, o meio ambiente sofre com as ações combinadas da ciência e tecnologia aliadas aos objetivos do capitalismo, que visa o lucro e o enriquecimento de poucas pessoas no planeta. Uma referência às políticas econômicas equivocadas e a desigualdade social e a sua necessária mudança pode ser expressa pelas palavras do Papa Francisco:

Se considerarmos que as emissões por indivíduo nos Estados Unidos são cerca de duas vezes maiores do que as dos indivíduos que vivem na China, e cerca de sete vezes maiores do que a média dos países mais pobres, podemos afirmar que uma ampla mudança no estilo de vida irresponsável ligada com o modelo ocidental teria um impacto

significativo a longo prazo.

A ciência não é a chave para tudo. Mas, como dizia Einstein: “A coisa mais incompreensível sobre o mundo é que ele é compreensível”. O ressurgimento das epidemias que atingem principalmente os países mais pobres apresenta novos desafios. É importante destacar que é urgente uma proposta de governança global e sua implementação, para enfrentar os desafios apresentados do meio ambiente e das epidemias.

Conforme afirmado anteriormente, a educação ambiental, em todos os níveis, deveria constar permanentemente dos objetivos e das atividades de órgãos de educação, escolas e governos. Um texto de interesse é o dossiê “Educação Ambiental e a Escola Básica: contextos e práticas”, que apresenta oito artigos que discutem variadas perspectivas, necessidades, meios e práticas para se conceber uma Educação Ambiental “na diversidade, com reflexões, ideias e objetivos que contêm a pluralidade, bem como representatividade na formação de uma sociedade mais igualitária, justa e sustentável” (Colagrande; Farias, 2021). Os artigos estão distribuídos em três eixos temáticos: políticas públicas e currículo, formação de professores, e práticas conduzidas no contexto escolar.³

Finalmente, é necessário formular a pergunta que não é retórica, mas é cada vez mais presente. A humanidade se tornou uma arma de destruição em massa? De fato, os dados indicam essa tendência, como mencionado antes, enquanto a população humana alcança os 8 bilhões, outras formas de vida estão sendo dizimadas. O

³ Além desse texto existem outras apresentações de interesse sobre Educação Ambiental. Citamos os *links* para eventuais consultas:

North American Association for Environmental Education: Disponível em:

[https://naaee.org/about/ee#:~:text=Environmental%20education%20\(EE\)%20is%20a.It%20informs%20and%20inspires](https://naaee.org/about/ee#:~:text=Environmental%20education%20(EE)%20is%20a.It%20informs%20and%20inspires).

United States Environmental Protection Agency: Disponível em :

<https://www.epa.gov/education/what-environmental-education>

Estudo sobre eficácia de diferentes estratégias para ensino de educação ambiental. Disponível em :

<https://www.scielo.br/j/asoc/a/OTKgGqvyJhgRxV3XBCdWyWf/>

Global Environmental Education Partnership e o que se diz sobre a educação ambiental no Brasil. Disponível em :

<https://thegeep.org/learn/countries/brazil>

Homo Sapiens destruiu dois terços das florestas tropicais, metade dos recifes de corais e um milhão de espécies agora lutam contra o desaparecimento.

A destruição progressiva do seu habitat é abordada no filme ‘*Love thy nature*’, que é muito interessante por apontar a perda de contato do *Sapiens* com a natureza e mostrar que uma reconexão é importante tanto para o ser humano quanto para a saúde do planeta.⁴

Como afirmado em Sa Barreto, 2022, (no prelo), “[A] desigualdade social, de raça e de gênero está presente em toda a sociedade. Igualdade e desigualdade: não cabe dizer eu estou igual; apenas, eu sou ou não sou igual. O que se espera é afirmar no futuro: eu sou livre, eu sou igual.” E ainda,

[O] importante é que, nessa procura, a pessoa adquira a humildade para fazer esse mundo melhor para todos, seres humanos, animais e vegetais. Compaixão é outro sentimento que deve existir, sentimento piedoso de simpatia para com a tragédia pessoal de outrem. O mundo, nosso país, estão povoados por uma maioria de pessoas miseráveis que necessitam que a minoria possua esse sentimento de compaixão e tenham a atitude para minorar o sofrimento deles. É um sentimento de ternura para com aquele que sofre, e espera-se transforme-se em ação. Caridade é outra qualidade a ser perseguida. Pela construção de um mundo melhor, espera-se que as pessoas usem a lógica difusa, não tenham certeza, cometam erros, sejam humildes, tenham compaixão, sejam caridosas e procurem a verdade. (Sa Barreto, 2022, no prelo)

Estamos diante de muitas perguntas:

O planeta está diante do fim do *Homo Sapiens*, como ocorreu com outros *Homo* na história? Ou, as ciências, em especial, as ciências humanas e sociais podem salvá-lo e ao planeta? Ou, quem sabe, a declaração (irônica?) de Sartre prevaleça: “o mundo resiste à

⁴ O filme pode ser acessado gratuitamente através do link: <https://vimeo.com/174443916/1e37efb852>

nossa presença”.

Este texto se encerra lembrando que a Declaração Universal dos Direitos Humanos, faz, em 2024, 76 anos e que, em 28 de jul. de 2022, no último relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) fez constar que “o meio ambiente saudável é um direito humano” (ONU, 2022), uma afirmação significativa para se garantir a dignidade do ser humano e liderar acordos globais para a proteção do meio ambiente.

7. AGRADECIMENTOS

Agradeço às professoras Heliana Ribeiro de Mello e Vera Lúcia Menezes de Oliveira e Paiva e aos professores Alfredo Oliveira e Francisco Barbosa a leitura crítica do manuscrito e suas recomendações, que foram parcialmente incorporadas ao texto. O texto é resultado das pesquisas realizadas no Grupo de Pesquisa do IEAT (Instituto de Estudos Avançados Transdisciplinares) *As Leis das Ciências e da Natureza e o Desenvolvimento (In)Sustentável. Caminhos para o Futuro Saudável*.

REFERÊNCIAS

AGRO É TOP? Uma radiografia de tudo que o agronegócio não quer que você saiba. Marcos Emílio Gomes | Edição 192, setembro 2022. Disponível em: <https://piaui.folha.uol.com.br/materia/o-agro-e-top/>. Acesso em: 26 jun. 2024.

ANDERSON, P. A política norte americana e seus teóricos. São Paulo: Boitempo, 2015.

ASIMOV, I. The Origin of the Universe em **ORIGINS: How the World Came to Be**, série em video, Eden Communications, EUA, 1983.

BARBOSA, F. A. R. Limnology and the sustainable use of water in Brazil: visions and challenges. **Oecologia Australis**, v. 26 (2), p. 112-117, 2022. Doi: <https://doi.org/10.4257/oeco.2022.2602>. Acesso em 26 jun 2024.

BREGMAN, R. **Humanidade**. Uma história otimista do Homem. Tradução de Claudio Carina. São Paulo. Planeta, 2021.

COLAGRANDE, E. A.; FARIAS, L. A. Educação Ambiental e o contexto escolar brasileiro: desafios presentes, reflexões permanentes. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 37, e81232, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/Yrs9h4KZCkS9KlKrktDQwHS/?lang=pt#>. Acesso em 26 jun. 2024.

DETOEUF, M. S. A dança do universo. Cendotec, São Paulo, 1986.

EINSTEIN, A. Carta de Albert Einstein para Franklin Delano Roosevelt, 1939, Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Carta_Einstein-Szilárd Acesso em: 26 jun. 2024.

FLANNERY, T. **The Future Eaters**: an ecological history of the Australian Lands and People, Ch. 8 The Diversity Enigma, Reed New Holland, 1994.

GHDx, 2008. GLOBAL HEALTH DATA EXCHANGE, Statistics on world population. GDP and per capita GDP.1-2008 AD, Angus Maddison, IMF, 2008.

GUAJAJARA, Sônia: **Para nós, cultura é tudo que somos, é nosso modo de vida e também sinônimo de luta**. Nonada. 11 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://www.nonada.com.br/2023/01/sonia-guajajara-para-nos-cultura-e-tudo-que-somos-e-nosso-modo-de-vida-e-tambem-sinonimo-de-luta/>. Acesso em: 25 jun. 2024

HANUSCH, Horst; CHAKRABORTY, Lekha; KHURANA, Swati . Fiscal Policy, Economic Growth and Innovation: An Empirical Analysis of G20 Countries. Levy Economics Institute, Working Paper No. 883, February 27, 2017. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2924801 . Acesso em: 26 jun. 2024.

HARARI, Y. N. **Sapiens**. Uma breve história da humanidade. São Paulo. Companhia das Letras, 2020.

IPCC. **Aquecimento global de 1,5°C**: sumário para formuladores de Políticas. Trad. Mariane Arantes Rocha de Oliveira. 6 out. 2018. Disponível em: <https://www.ipcc.ch>SPM-Portuguese-version>. Acesso em: 25 jun. 2024.

JORNAL NACIONAL Desmatamento na Amazônia cai, mas desmatamento no Cerrado aumenta. G1, Rede Globo. Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2024/04/12/desmatamento-na-amazonia-cai-mas-devastacao-aumenta-no-cerrado.ghtml>. Acesso em 26 jun. 2024.

KOPENAWA, D.; ALBERT, B. **A queda do céu**: Palavras de um xamã yanomami. Tradução Beatriz Perrone-Moisés; prefácio de Eduardo Viveiros de Castro — 1a ed. —

São Paulo : Companhia das Letras, 2015.

KURZWEIL, R. **The singularity is near: when humans transcend biology**. Penguin Books, 2006.

LORENZ, K. **On Aggression**, Bantam Edition, 1967.

MACHADO, Leandro. **Brasil é competitivo porque exporta soja sem cobrar por água e biodiversidade perdidas, diz cientista**. São Paulo: BBC News Brasil, 3 set. 2022. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-62718299>. Acesso em 26 jun. 2024.

MANN, T. **A Montanha Mágica**. São Paulo: Companhia das Letras, 2016.

MARX, K.; ENGELS, F. **Manifesto do Partido Comunista**. [1848]. 3. ed. São Paulo: Sundermann, 2017. 70 p.

ONU. PNUMA 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/annualreport/pt-br/node/71?%2F=>. Acesso em: 26 jun. 2024.

RITCHIE, H. **Not the End of the World: How We Can Be the First Generation to Build a Sustainable Planet**. Little, Brown Spark, 2024.

SÁ BARRETO, F.C., Estevam Las Casas e Patricia Franca-Huchet. Desafios do conhecimento na transformação para um mundo melhor. Prolegômenos, ebook, Instituto de Estudos Avançados Transdisciplinares da UFMG, Editora UFMG, Belo Horizonte, 2022 (em preparação).

SÁ BARRETO, F.C. Educação Superior Brasileira na Contemporaneidade: Desafios. A Universidade do Amanhã, Ver. UFMG, Belo Horizonte, v. 28, n. 1, p. 22-53, jan./abr. 2021.

SIQUEIRA, E. **Para Compreender o Mundo Digital**, Editora Globo S.A., 2008.

STENGER, V. J. **The Comprehensible Cosmos: Where Do the Laws of Physics Come From?** Prometheus Books, Amherst, New York, USA, 2006.

WAMSLER, C. *et al.* Linking internal and external transformation for sustainability and climate action: Towards a new research and policy agenda. **Global Environmental Change**, vol. 71, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102373> .

WAMSLER, C. *et al.* Theoretical foundations report: Research and evidence for the potential of consciousness approaches and practices to unlock sustainability and systems transformation. Report written for the UNDP Conscious Food Systems Alliance (CoFSA),

United Nations Development Programme UNDP. 2022. Disponível em:
<https://www.contemplativesustainablefutures.com/files/ugd/4cc31e143f3bc24f2c43ad94316cd50fbb8e4a.pdf>