

1 INTRODUÇÃO

Há exatos 51 anos atrás, mais especificamente no dia 20 de julho do ano de 1969, a humanidade dava um gigantesco salto evolutivo tecnológico. Foi nesse referido ano que o ser humano finalmente venceu a barreira da atmosfera terrestre e alcançou os confins além planeta Terra.

Tal feito representou uma mudança paradigmática frente ao que foi a revolução industrial no século XIX, ao demonstrar que a tecnologia já não mais se restringia ao aspecto manufatureiro, transcendendo enquanto ferramenta para a expansão de horizontes e domínios da espécie humana. Hoje, passadas duas décadas de século XXI, o mundo vive uma efervescência de aparelhos cada vez mais tecnológicos, em especial os aparelhos celulares, os quais, além de cumprirem a função inicial para a qual foram criados, são quase que extensões do próprio corpo humano. Esse aparelhinho que hoje carregamos na palma da mão, são um reflexo do que um dia auxiliou Neil Amstrong, astronauta americano, a pisar em terreno lunar (LEE, 2019, p. 22).

Algo que começou na segunda grande guerra mundial, com Alan Turing, a partir da junção entre pensamento pautado na codificação e máquina, se transformou em um sistema razoavelmente complexo na década de 1960, e atualmente é uma ferramenta, capaz de trocar informações numa rapidez inimaginada por Graham Bell, sendo também uma multiplataforma, podendo ser utilizada também para entretenimento, lazer, educação saúde, cidadania, exercício da liberdade de expressão e da própria democracia. Ainda que o telefone celular traga uma aparência de alto nível tecnológico, esse se conserva enquanto máquina, sendo tão somente um utensílio que recebe e executa ordens.

Essa pois, é a nova barreira que a espécie humana pretende romper, qual seja, a de produzir consciência não organicamente, mas artificialmente. Atualmente o que vislumbra-se é alcançar o que alguns cientistas designam como sendo a singularidade, isto é, a possibilidade de uma máquina, ou melhor dizendo um “ente” artificial, não somente ter a capacidade de assimilar as coisas, fazer escolhas e montar “raciocínios” a partir de informações que lhes são passadas, mas também de saber que cumpre tais tarefas e que possua, a grosso modo uma faculdade criativa.

O presente artigo pretende fornecer caminhos visando o avançar das pesquisas que envolvam essa temática, sob o fundamento de que a biomimética, enquanto fonte material,

pode dar direcionamentos para que se encontre no meio ambiente natural “chaves”, as quais possam viabilizar a construção de uma inteligência artificial plenamente autônoma, isto é, capaz de pensar por si própria e de utilizar a razão assim como um ser humano. Todavia esse caminho que se tem a pretensão de expor aqui, quando se volta o olhar para o cenário brasileiro, é possível encontrar muitos empecilhos e entraves os quais além de prejudicar a pesquisa tanto no campo da biomimética quanto no campo da inteligência artificial faz com o que o Brasil fique para trás na corrida tecnológica. Em específico trabalharemos a questão da biopirataria como sendo o maior agravante para a pesquisas brasileira, no que concerne ao ambiente amazônico, bem como iremos ponderar acerca da ineficácia da Convenção sobre a diversidade biológica em âmbito internacional, fator esse que importa numa vulnerabilidade do Brasil, ao passo que se figurar como um dos países de maior diversidade biológica seja em recursos naturais, seja em recursos humanos.

Diante disso, o presente artigo, tendo em vista o contexto amazônico brasileiro e a diversidade biológica existente nessa região, tem por pretensão fazer uma relação entre a Biomimética e o que atualmente se considera por Inteligência artificial, a fim de demonstrar que a primeira pode ser utilizada como instrumento potencializador dos estudos referentes a segunda.

A situação problema do tema abordado se direciona aos impasses e obstáculos a pesquisa destinada a seara da inteligência artificial, em especial no que é atinente a legislação internacional voltada a biodiversidade, e a biopirataria. O objetivo é estabelecer a relação entre o campo da biomimética e o campo da inteligência artificial. A justificativa para este trabalho se dá pela atualidade da temática abordada, bem como em razão dessa trazer reflexão quanto a uso da biodiversidade, seja ela condizente a fauna e a flora, para o desenvolvimento da tecnologia.

Para embasar as questões respectivas a biomimética, será utilizada como marco teórico a obra “BIOMIMÉTICA: Inovação inspirada pela natureza” livro organizado pela pesquisadora e escritora Janine M. Benyus. Quanto a inteligência artificial, o texto irá se pautar na obra “SUPERINTELIGÊNCIA” de Nick Bostrom e, “INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL” de Kai- Fu Lee. No que tange a legislação de proteção amazônica, biopirataria e biodiversidade, a Revista Veredas do Direito nos auxiliara na discussão. A pesquisa será de cunho exploratório e, a metodologia utilizada será o método dedutivo juntamente com pesquisa bibliográfica.

2 CONCEITO DE BIOMIMÉTICA

Um dos exemplos mais famosos em que se verifica a biomimética está, como bem aponta a autora Dora Lee (2012), na invenção do velcro¹, hoje utilizado em malas e vestimentas. Graças ao *insight* que o inventor suíço George de Mestral teve ao se deparar com carrapichos que se prendiam a sua calça, hoje esse fecho de duas partes existe. A partir de um olhar atento da natureza e de seus mecanismos funcionais, o ser humano conseguiu reproduzi-la em seu benefício. Contudo para melhor compreendermos do que se trata essa área do conhecimento, primordial uma análise mais pormenorizada.

A biomimética, numa perspectiva etimológica do termo, consiste, conforme Benyus (2016), na fusão entre as palavras de origem grega *bios*, que grosso modo pode-se remeter a vida em sua essência orgânica e, *mimesis* que significa imitação. Ambas as terminologias além de acompanharem o comportamento ecossistêmico dos seres vivos, permite-se dizer que também possuem implicações na esfera humana, sendo a vida uma questão primordial para a nossa existência enquanto indivíduo e quanto espécie e a imitação uma forma de perpetuação da própria vida, à medida que possibilita a conservação e por consequência a replicação de características evolutivas positivas para a sobrevivência e para a afirmação da nossa sociedade.

Isso fica claro quando se olha toda a trajetória do *Sapiens*, desde a pré-história até a contemporaneidade, a qual alguns teóricos já definem como pós-modernidade. O historiador israelense Yuval Noah Harari (2017), ao falar da linguagem e da cultura enquanto artifícios criados pela percepção e imaginação do hominídeo *Sapiens*, indica indicar que essas foram de extrema importância para a supremacia da espécie. Além disso, esse autor também demonstra que a imitação foi fundamental para que estruturas físicas (fontes de comida e água) e abstratas (a própria comunicação) vigorassem através das eras. A imitação nesse caso, e como veremos posteriormente no presente texto, não deve ser percebida como um simples reflexo do que é assimilado seja por animais humanos, seja por animais não humanos, mas como uma replicação com vistas a adequar um comportamento, uma ferramenta, uma forma de pensar, direcionada a uma finalidade compreendida no tempo e no espaço.

Harari (2017), além de percorrer em seu livro “*Sapiens: Uma breve história da humanidade*”, todo o processo de subsistência e sobrevivência que trouxe o ser humano até o

¹ Dora Lee, 2012, p. 7 – O Velcro é provavelmente o exemplo mais famoso de biomimetismo. Há mais de quarenta anos, o inventor suíço George de Mestral notou como os carrapichos se agarravam insistentemente a suas calças. Curioso, examinou um desses animais ao microscópio. O espinho com forma de gancho e a maneira como se agarra à trama do tecido de suas calças o inspiraram a desenvolver o famoso fecho de duas partes, com trama em um lado e ganchos no outro.

estágio civilizacional do século XXI, destaca que para se alcançar o que hoje a humanidade usufrui, o ser humano por onde passou e se assentou acabou por usar e modificar o ambiente e os demais seres vivos a seu favor. Sob esse primas, é de se considerar que antes mesmo de se cunhar a biomimética enquanto área científica, essa já fazia parte da história humana desde seus primórdios, haja vista como exemplo o uso de peles de animais para se aquecer em ambientes frios e a reprodução sonora de grunhidos e gorjeios a fim de capturar uma presa.

Todavia não é sob esse aspecto, de assimilação da natureza e por conseguinte dominação dessa, que se pauta a biomimética moderna. Como bem aponta Benyus em sua obra “Biomimética: Inovações inspiradas pela natureza”, a biomimética hoje, objetiva uma apreensão da natureza através de uma perspectiva voltada para a sustentabilidade, isto é, com uma proposta de perceber a natureza, enquanto flora, fauna e ambiente físico, como sendo um caminho a adaptação conjugada com o equilíbrio. Nesse sentido assevera Benyus (2016):

Numa sociedade acostumada a dominar ou “melhorar” a natureza, essa respeitosa imitação é uma abordagem inteiramente nova, uma verdadeira revolução. Diferentemente da Revolução Industrial, a Revolução Biomimética inaugura uma era cujas bases assentam não naquilo que podemos *extrair* da natureza, mas no que podemos *aprender* com ela. (BENYUS, 2016, p.10)

A biomimética então assume para a ciência e para as sociedades humanas um papel não somente ligado a preservação da natureza, mas também concernente e preocupado com a conservação da espécie hominídea *Sapiens*. Essa área do conhecimento, tendo em vista a reviravolta paradigmática quanto ao olhar que os Estados-Nação tinham para com seus recursos naturais, os quais até o século XIX até meados do século XX (SANT’ANNA; MOREIRA, 2016), eram tidos como ilimitados, conforme pondera a referida autora, se faz de suma importância à medida que pode ser uma das ferramentas capazes de conciliar desenvolvimento, isto é, progresso econômico e tecnológico, com sustentabilidade, que por sua vez seria o uso consciente do meio ambiente e dos recursos que a natureza provê dentro de uma dinâmica ecossistêmica.

Os biomimeticistas estão descobrindo o que funciona na natureza e, mais importante que isso, o que dura. Depois de 3,8 bilhões de anos de pesquisas e de desenvolvimento, os fracassados se tornaram fósseis, e o que no rodeia é fruto do segredo da sobrevivência. Quanto mais o nosso mundo se parecer com a natureza e funcionar como ela, mais probabilidade teremos de ser aceitos nesse lar que é nosso, mas não exclusivamente nosso. (BENYUS, 2016, p. 11)

Benyus então, concebe a biomimética quase como sendo um passaporte para a ancestralidade tribal, momento da existência humana que se permite depreender uma relação horizontal e mutualística entre os seres humanos, vegetais, animais e meio ambiente. Aliado a esse retorno a práticas ancestrais de não apenas contemplação, mas de observação da

natureza, a autora insere a questão da tecnologia (BENYUS, 2016), como fator que revoluciona esse uso consciente do que a natureza tem para nos oferecer e o quanto dessa é possível apreender, haja vista que ela também molda sua própria técnica organicamente para fins que nós, seres humanos, partilhamos, quais sejam a adaptação, a sobrevivência e a preservação.

3 CONCEITO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Antes de se adentrar na exposição do conceito de inteligência artificial, necessário levantar a pergunta um tanto quanto filosófica, acerca do que se permite compreender por inteligência. Essa de certa forma pode ser percebida em duas esferas, sendo uma a esfera racional e a esfera consciente. Até o presente momento é possível dizer que a inteligência artificial que se verifica, é pautada única e exclusivamente na esfera racional, não a maneira humana, mas numa forma de processamento algorítmico, muito mais atrelada a uma captação de dados e padronização desses a fim de se alcançar um resultado. Esse resultado, a seu turno, se exaspera num sentido propriamente matemático e desvirtuado da apreensão e da capacidade de dar respostas autônomas e espontâneas como as de um ser humano.

Conforme discorre Bostrom (2018), é por volta da década de 1940, que a comunidade científica passa a ter pretensões de superar a inteligência humana, designada como uma de inteligência geral, ou ao menos reproduzi-la de forma artificial.

Máquinas com inteligência geral comparável a dos humanos – ou seja, dotadas de bom senso e capacidade real de aprender, raciocinar e planejar a superação de desafios complexos de processamento de informação em uma vasta gama de domínios naturais e abstratos – têm sido esperadas desde a invenção dos computadores na década de 1940. (BOSTROM, 2018, p. 25)

Todavia é tão somente em 1956, que os estudos da inteligência artificial ganham um corpo mais científico, sobretudo em decorrência do Dartmouth Summer Project, composto por cientistas que partilhavam ideias quanto as redes neurais e a teoria dos autônomos (BOSTROM, 2018, p. 28). Tal projeto, conforme assinala Bostrom (2018), iniciou-se tendo por objeto de pesquisa a capacidade de máquinas contestarem afirmações². Progrediram razoavelmente bem as inovações e capacidades da IA até meados da década de 1970,

² Brostrom, 2018, p. 28 - O primeiro período de entusiasmo, que iniciou com o encontro em Dartmouth, foi mais tarde descrito por John McCarthy (o principal organizador do evento) como a era do “Veja mamãe, sem as mãos!”. Nessa época, pesquisadores construíram sistemas projetados para contestar afirmações como: “Nenhuma máquina jamais seria capaz de fazer X!”

momento em que, de acordo com o citado autor, deu-se o primeiro momento de estagnação quanto aos estudos e novas possibilidades nesse campo.

O interesse por essa área foi retomado no início do anos 1980, muito em razão dos investimento japoneses na criação de um *hardware* sofisticado, isto é uma plataforma mais robusta para a inteligência artificial (BROSTROM, 2018, p. 31). Porém, mais uma vez o fator econômico, mais do que quando no primeiro inverno da IA, foi responsável pelo segundo momento de paralisação no desenvolvimento de programas e sistemas lógico-dedutivos e capazes de serem utilizados em tomadas de decisão, ainda que num nível simples se comparados aos atuais.

Na década de noventa, ainda que a produção de sistemas IA tenha estacionado na década passada, manteve-se contudo a elaboração e testagem de técnicas, em especial as técnicas que incluíam redes neurais e algoritmos genéticos, os quais tinham por pretensão superar em grande medida as limitações impostas pelo modelo do paradigma lógico tradicional (BOSTROM, 2018, p. 32). Desse estágio em diante a inteligência artificial não mais saiu dos holofotes da academia da ciência da computação, passando a gerar discussões não só em outras áreas das ciências naturais, mas também dentro de um perspectiva das ciências humanas, ao passo que cada vez mais promove questionamentos em âmbito histórico-evolutivo, filosófico, psicológico e normativo, sem falar das implicações que essa exerce nas relações sociais, principalmente a nível social e afetivo.

Kai-Fu Lee (2019) pondera que na contemporaneidade a IA vem instigando os mesmos anseios gerados no contexto de Guerra-Fria, no que diz respeito a corrida espacial. Assim como a Rússia, ao lançar o primeiro satélite espacial para a órbita da Terra, motivando os Estados Unidos a criarem a NASA e conseguirem o grande feito de fazer com que o ser humano pisasse na Lua, hoje, a China se vê na mesmas circunstâncias que a potência norte-americana, ao passo que tem empreendido esforços em pesquisa e desenvolvimento de IA, acha vista o domínio global de empresas ocidentais, como *Facebook* e *Google*, os quais se utilizam de base algoritmo para potencializar seus serviços, mas sobretudo em detrimento de programas de computador, como o *AlphaGo*³.

O AlphaGo, assume destaque nessa nova corrida espacial, muito em razão de se basear, conforme suscita Lee (2019), em aprendizado profundo, que em síntese pode ser

³ Lee, 2019, p. 15 – “O AlphaGo marcou sua primeira vitória de alto nível em março de 2016, durante uma série de cinco jogos contra o lendário jogador coreano Lee Sedol, ganhando de quatro a um. Embora pouco notado pela maioria dos norte-americanos, os cinco jogos atraíram mais de 280 milhões de telespectadores chineses². Da noite para o dia, a China mergulhou em uma febre de inteligência artificial. A mobilização não chegou a rivalizar com a reação do Estados Unidos ao *Sputnik*, mas acendeu uma chama na comunidade de tecnologia chinesa que continua a queimar desde então.

percebido como “uma abordagem inovadora para a inteligência artificial que turbinou as capacidades cognitivas das máquinas” (LEE, 2019, p. 17). Para entender tal conceito, necessário falar previamente sobre o que se compreende por *machine learning*.

Felipe Medon (2020), aponta em sua obra “Inteligência Artificial e Responsabilidade Civil” que, a técnica de programação computacional designada como *machine learning* se traduz no uso algorítmico⁴ para treinar a máquina a tomar decisões ou para criar padrões de acordo com o que ela vai apreendendo em matéria de dados. A máquina de certa forma passa a aprender por si mesma, a depender das informações que capta e processa.

[...] a partir da habilidade de acumular experiências pessoais, este recurso permite que a IA aja de maneiras diversas diante de situações idênticas, porque carrega em seu código o aprendizado das ações performadas anteriormente. Tal como ocorre com a experiência humana, guardadas as devidas proporções, a máquina aprende com base em seus atos, ou seja, seus erros e acertos modelam seu agir futuro.⁴⁰ (MEDON, 2020, p. 84)

O referido autor ainda pondera que tal avanço só foi possível em decorrência do cenário tecnológico do século XXI, em especial quando se leva em consideração as redes sociais e a própria internet, pois são nesses meios ambientes digitais que se dão em larga escala a produção de dados.

Nessa linha, Lee (2019), ao discorrer sobre dois segmentos que tinham por pretensão viabilizar o desenvolvimento de uma inteligência artificial, sendo um denominado de abordagem “baseada em regras” e o outro abordagem baseada em “redes neurais”, traça o caminho de progressão resignado ao referido campo até chegar ao que hoje se concebe de aprendizado profundo ou “*deep learning*”, o qual também se sustenta por bases algorítmicas⁵. Esse por sua vez, assim como ressalta Medon (2020), pode ser assimilado como uma evolução da técnica *machine learning* e muito se relaciona com o que anteriormente assinalou-se como biomimética, ao passo que a abordagem em “redes neurais” voltada a elaboração de uma inteligência artificial, contrariamente a abordagem “baseada em regras”, compreendida em repassar a máquina/programa, o conhecimento apreendido por um indivíduo e dessa forma fazer com que esse fosse replicado, adotou uma postura mais ousada ao tentar reproduzir “o próprio cérebro humano” (LEE, 2019, p. 20).

⁴ Harari apud Medon, 2020, p. 87 – “Um algoritmo é um conjunto de passos que pode ser utilizado na realização de cálculos, na resolução de problemas e na tomada de decisões.” Grosso modo pode ser entendido como uma receita de bolo, ou seja, um passo a passo que visa cumprir etapas objetivando alcançar parâmetros e por consequência padrões.

⁵ Lee, 2019, p. 23 – “Fundamentalmente, esses algoritmos usam grandes quantidades de dados de um domínio específico para tomar decisão que otimiza um resultado desejado. Isso é feito através do treino para reconhecer padrões e correlações profundamente internas, conectando os muitos pontos de dados ao resultado desejado.”

Essa abordagem imita a arquitetura do cérebro, construindo camadas de neurônios artificiais que podem receber e transmitir informações em uma estrutura semelhante às nossas redes de neurônios biológicos. (LEE, 2019, p. 20).

Interpreta-se então que o aprendizado profundo surge de uma ideia que visava à primeira vista remontar artificialmente não só a estrutura física do cérebro humano, mas todo um sistema neurológico que capta e transmite o pensamento e o conhecimento por meio das chamadas sinapses. Muitos dos avanços dessa área, se deram anos depois das primeiras incursões com essa abordagem, vindo tão somente no século XXI a despontar sob a diretiva de dois fatores “poder de computação e dados” (LEE, 2019, p. 22). Todavia essa técnica, ainda que tenha superado a sua predecessora, se restringe a tarefas específicas, não sendo ainda possível se falar na IA geral⁶.

4 CORRELAÇÃO ENTRE A BIOMIMÉTICA, A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E A BIODIVERSIDADE AMAZÔNICA.

Como apontado anteriormente, muito do que se desenvolveu até hoje na seara da inteligência artificial, em parte se deve a um olhar para as estruturas biológicas, bem como para com a forma de funcionamento dessas. Ainda que a biomimética tenha se exprimido ao longo dos anos a partir de coisas tangíveis na natureza, conforme destaca Vega *et al* (2015), tal área também comporta em seus ensinamentos análises empíricas pautadas em mecanismos biológicos de caráter mais abstrato (VEGA *et al*, 2015, p. 87).

A ideia de buscar inspirações em organismos vivos para o desenvolvimento de algoritmos apoia-se na intenção de buscar novas perspectivas e soluções para problemas de processamento computacional de informações. Owens define um sistema computacional biologicamente inspirado “como um sistema de processamento de informação cuja estrutura e função foram projetados com inspiração em algum sistema biológico” [5]. (VEGA *et al*, 2015, p. 87)

Na busca de tentar atingir respectiva tarefa, de transferir apreensões biológicas da matéria orgânica para a artificial, criou-se o Método de Transposição semiótica (MTS). Em síntese pode ser compreendido como um método⁷ capaz de racionalizar observações comportamentais, a nível neural, de seres orgânicos, e transpor através de cálculos

⁶ Lee, 2019, p. 23 – “[...] a tecnologia para todos os fins que pode fazer o mesmo que um ser humano é capaz.”

⁷ Vega *et al*, 2015, p. 2 - A hipótese fundamental do MTS é a de que a Semiótica pode ser utilizada como campo intermediário na transposição entre os campos biológico e computacional. Este método heurístico procura reconhecer as semioses que operam no campo biológico transpondo-as como funções algorítmicas ao campo computacional. Cada tríade semiótica — objeto/signo/interpretante — corresponde, respectivamente, a uma interpretação de processo mecânico também de carácter triádico — entrada/- processamento/saída [...].

computacionais, os pontos essenciais concebíveis artificialmente. É de certa forma um processo interpretativo, que visa dar significado e aplicação, de interações bioquímicas em softwares, objetivando que esses por sua vez, não se restrinjam ao reconhecimento de padrões, mas também sejam capazes de realizar os processamentos desses.

Um experimento que ilustra essa correlação entre o campo da biomimética e da inteligência artificial, diz respeito a pesquisa relacionada à capacidade de memorização do invertebrado marinho, chamado *Aplysia californica*, um tipo de lesma do mar. De acordo com Vega et al (2015), as pesquisas feitas se concentraram na habituação e na sensibilização desse ser vivo, os quais foram de fundamental relevância, em virtude de fornecerem hábitos de aprendizagem “essenciais à sobrevivência do animal por dotá-lo da capacidade de distinguir informações relevantes provenientes de seu habitat” (VEGA, et al, 2015, p. 88). Camargo (2014, p. 94) esmiúça dizendo que a forma de aprender da aplísia, possibilita a esse ser vivo discernir o que é útil e o que é inútil para sua sobrevivência, considerando uma gama de informações presentes em seu ecossistema. O ponto nevrálgico desses estudos sobre a lesma do mar californiana, está no fato desse animal possui uma memória associativa, constituída através dos sentidos e estabelecida mediante o hábito. O hábito, a seu turno, deve nesse caso ser compreendido como um “carimbo neural”, isto é, a maneira com que a informação captada, seja por estímulo externo, seja por estímulo interno ao animal, se fixa em sua cadeia neural.

Segundo Kandel [16], a habituação permite que o comportamento do animal adquira foco. Quando ainda na sua infância, o animal quase sempre responde com exagero a estímulos não ameaçadores. Habituar-se a tais estímulos faz com que o animal se concentre em estímulos realmente importantes para a organização de sua percepção e, conseqüentemente, para a sua sobrevivência. (VEGA et al, 2015, p. 88).

Tendo em vista então, esse comportamento da aplísia, surgiu a ideia de replica-lo em um modelo computacional, mais precisamente uma unidade biomimética adaptativa baseada em dois estados, um de normalidade e um alerta, com a finalidade de capacitar softwares a decifrar estímulos e formular sentenças (respostas ou padrões), fundamentados em “problemas algorítmicos que exijam certo tipo de capacidade de aprendizagem ou de adaptabilidade [10].” (VEGA et al, 2015, p. 89). Por mais que tal ser vivo, permita que nós seres humanos possamos progredir para alcançar uma inteligência artificial genuína, isto é, similar a humana, mas inorgânica, as descobertas tão podem ter repercussão em domínios específicos.

Benyus (2016), ressalta a barreira entre o silício e o carbono, isto é, entre o cérebro artificial, mais precisamente o contido em um computador, e o cérebro orgânico, de seres

humanos, ratos, lesmas dentre outros animais. Referida autora, ao ter contato com Michael Conrad, pesquisador da ciência da computação, afirma que, essa questão bioquímica, que distingue o processo cognitivo do ser humano e da máquina talvez seja a resposta para solucionar o impasse da inteligência artificial singular. Conforme os estudo de Conrad e de seu olhar para com a natureza e os “organismos” artificiais, Benyus (2016, p. 197), diz que tal cientista considera imprescindível a compreensão entre mente e corpo para se chegar a um resultado de cognição artificial, contrapondo-se dessa forma a vertente de pesquisadores que ainda sustentam a dissociação dessas duas instâncias, almejando a perspectiva ficcional da vida eterna. Citando Conrad, Beyus (2016), afirma:

É um absurdo pensar que seja possível remover a lógica da consciência da sua base matéria; e achar que não se perderá nada. Mesmo que você conseguisse pôr os seus padrões mentais num código numérico (a premissa da teoria da inteligência artificial “forte”), isso seria apenas o mapa, não o território. Este, a sede da inteligência é formada por proteínas, açúcares, gorduras e ácidos nucléicos... todos moléculas à base de carbono. (BENYUS, 2016, p. 197)

Essa ruptura acerca da forma de se pensar e moldar a inteligência artificial, demonstra o quanto ainda estamos distantes de um olhar para nós mesmos e para a natureza, especialmente quando se trata da compreensão do consciente, inconsciente e da própria mente, é o mesmo que tentar explorar e descobrir outros planetas sem levar em conta as potencialidades, recursos e belezas que o planeta Terra pode oferecer a humanidade e ao macro-ecossistema que a compõe.

A busca pela chamada singularidade, transparece a eterna errância da espécie *Sapiens* no mundo. Essa jornada muito bem se traduz, a partir dos ensinamentos de Clóvis de Barros Filho (FENACORTEOFICIAL, 2015), genuíno filósofo da contemporaneidade, pelo mito da Odisseia. Nesse mito Ulisses, famoso rei e herói grego, em seu retorno para Itaca, sua terra natal, tem sua viagem conturbado pelo poderoso Deus dos mares, Poseidon e acaba por naufragar na ilha da Deusa Calypso. Ulisses se vê diante de uma Deusa muito bela, cheio de regalias e ninfas para satisfazerem seus desejos. Contudo, por mais que esse cenário para muitos pareça tentador, esse herói da mitologia grega, não se sentia pleno consigo mesmo, faltava-lhe a essencialidade de sua existência, a qual estava compreendia na sua terra e não junto a Calypso. De forma pormenorizada, tal história elucida que a criação de um ente artificial é de certa forma um véu que encobre os anseios de compreender e conhecer o lugar da mente humana e por consequência do ser humano na história e em seu tempo.

Ainda que essa elucubração forneça material para além do escopo teórico do presente trabalho, é de suma importância, ao passo que pondera e coloca em reflexão a dificuldade de se alcançar uma inteligência artificial forte, apesar da natureza e da biomimética serem

ferramentas valiosas para o enfrentamento desse obstáculo para o desenvolvimento da tecnologia humana.

Diante disso, e levando em consideração a profícua relação entre o campo da tecnologia artificial e do campo da mimese de organismos biológicos, a chamada biomimética, é de se inferir, haja vista que a Amazônia é a floresta tropical com uma das biodiversidades mais abundantes no planeta, que o Brasil pode alçar largos passos na corrida tecnológica global, ao direcionar esforços em pesquisa e políticas públicas de preservação a esse bioma e ao seu respectivo ecossistema. Por mais que a aplísia californiana, seja um animal endêmico, ela pode servir de incentivo a um olhar mais atento a fauna amazônica, podendo assim trazer inovações quanto ao desenvolvimento da inteligência artificial, bem como promover o progresso econômico e social do Brasil.

5 BIOPIRATARIA E SOBERANIA FLEXÍVEL – OBSTÁCULOS E IMPASSES PARA O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO BRASILEIRO

Conforme destacam Medeiros e Albuquerque (2015, p. 198), o Brasil em perspectiva nacional, isto é, em se tratando de todo o seu território, comporta 20% da biodiversidade presente no mundo inteiro, fazendo jus ao título de país megadiverso. No que diz respeito tão somente a Amazônia, de acordo com Heine Filho (2015, p. 142), o Brasil comporta 66% da área que concerne a essa floresta, quando comparado a outros países Latino-Americanos e, quando observada em proporções territoriais ela alcança a dimensão de 61% de seu espaço geográfico. Essa floresta, de clima e bioma tropical, como já destacado anteriormente, comporta vasta diversidade biológica, seja em aspecto vegetal seja no que concerne a sua fauna, a qual é dotada de uma multiplicidade de insetos, de mamíferos, de reptéis, pássaros, sem falar na variedade de peixes. Além disso, como bem ressalta Heine Filho (2015, p. 149) é rica em recurso hídrico, compreendendo 1/3 da água doce do planeta, bem como possui riquezas minerais incalculáveis.

Essas potencialidades naturais acabam por atrair olhares externos as terras “tupiniquins”, sobretudo quando se trata de desenvolvimento biotecnológico. Essa seara do conhecimento tecnocientífico, segundo Rangel (2012), tendo por base os ensinamentos de Clark e Pazdernick, pode ser entendida como uma técnica que consiste na manipulação e mutação induzida de organismos vivos com fins industriais “particularmente na agricultura, processamento de alimento e medicina” (RANGEL, 2012, p. 91). Esse progresso tecnológico

associado a um contexto cada vez mais globalizado, perfaz-se sobre uma lógica de discrepâncias econômicas e sociais entre as nações que compõe o globo, as quais podem ser consideradas, de acordo com Sant'Anna e Moreira (2016), tendo em vista uma perspectiva ecológica e de relações internacionais, a partir da polaridade Norte-Sul.

Esse panorama emoldurado por Estados-Nação desenvolvidos e em desenvolvimento, e que de certa forma indica uma natureza cíclica do imperialismo, postula-se na contemporaneidade mediante uma exploração de recursos, em especial aqueles concebidos como patrimônio biológico, por parte das potências econômicas e tecnológicas, sem necessariamente haver consentimento por parte dos países detentores do que permite-se chamar de “ecocapital”, ou melhor dizendo, de diversidade biológica.

Dentro desse quadro, surge como resultado a chamada biopirataria, que pode ser assimilada como uma atividade antrópica baseada na expropriação da biodiversidade dos denominados países megadiversos, e no enriquecimento e desenvolvimento de países tidos como potências econômicas, com alto nível tecnológico. A esse respeito Rangel (2012), faz a seguinte constatação, que, apesar de se concretizar possivelmente num futuro não tão distante, já provoca reflexos na atualidade:

As forças políticas e econômicas que controlam os recursos genéticos planetários exercerão enorme poder sobre a futura economia mundial, da mesma maneira que os controladores dos combustíveis fósseis exercem poder sobre os mercados mundiais na era industrial. Empresas multinacionais e governos já se lançaram na busca de traços genéticos raros que possam ter potencial econômico futuro. (RANGEL, 2012, p. 93)

No que é atinente ao Brasil, a biopirataria emplaca-se com facilidade, em decorrência da fragilidade institucional e tecnológica (RANGEL, 2012), o que por consequência, face ao que até aqui foi percorrido, é um agravante para o desenvolvimento de pesquisas as quais visam a instrumentalização da biomimética como proposta ao avanço no campo da inteligência artificial.

Essa prática de retirada de recursos naturais de um país em favor de outro, não é nova, tendo iniciado aqui no Brasil, de acordo com Fernandes (2017, p. 240), desde os primórdios do colonialismo português, com a retirada do pau-brasil, para fins de tintura de panos, haja vista que a seiva dessa árvore possui coloração avermelhada. Outro caso marcante, e de grande repercussão até hoje, foi o contrabando da floresta amazônica para a Inglaterra, de sementes da seringueira, árvore essa produtora da seiva utilizada na produção do látex. Ainda que esses casos remontem ao século XVI e XIX, respectivamente o termo biopirataria só veio a ser estabelecido internacionalmente na Conferência das Nações Unidas

para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a conhecida ECO-92. Referido termo foi definido como sendo:

[...] a exploração ou apropriação ilegal de recursos da fauna e da flora e do conhecimento das comunidades tradicionais. Este ramo criminoso desenvolve-se em diversos pontos: fauna e flora. Já há alguns anos é observado este tipo de ação ilegal, devido ao avanço da biotecnologia e a facilidade no registro de marcas e patentes na esfera internacional, com a multiplicação das possibilidades de exploração deste meio ilícito. (FERNANDES, 2017, p. 240)

Segundo Gomes e Sampaio (2019), a referida prática de espoliação de recursos naturais, não é um fenômeno novo quando se olha para o território brasileiro, dando como exemplo o pau-brasil como uma matéria prima de primeira geração, o cacau como produto cobiçado num segundo momento de expansionismo imperialista da Europa e, a borracha como sendo o recurso natural de maior proeminência de extração clandestina quando se remete ao final do séc. XIX. Rangel (2012), suscita que hoje, com a indústria biotecnológica, o recurso que se busca, em especial no que se refere aos limites amazônicos, é o genético. Essa matéria-prima, conforme Gomes e Sampaio (2019), é prestigiada por uma onda neoimperialista, externada no que se permite denominar de biocolonialismo (GOMES; SAMPAIO, 2019).

Há uma lógica de dominação e apropriação econômica antiga exercida com objeto e métodos não propriamente novos, mas adaptados à atual fase da economia. O colonialismo engloba, em qualquer era, o conjunto interligado de políticas e práticas econômicas, sociais, políticas e jurídicas, que uma cultura dominante pode usar para manter e ampliar seu controle sobre outros povos e terras. No biocolonialismo, é a ciência (e mais especificamente uma a biotecnociência) que remodela todo processo. (GOMES; SAMPAIO, 2019, p. 99)

A Convenção sobre a Diversidade Biológica, incorporada ao ordenamento jurídico brasileiro pelo Decreto Legislativo nº 2 de 1992, veio como uma forma de socorrer a fauna e flora nacionais ante o jogo internacional de predação de recursos, onde o que prepondera é a lei do mais forte e o movimento cíclico do colonialismo. Esse documento internacional tem em seu texto, pontos importantes para o combate da biopirataria, além de reforçar os princípios de autodeterminação dos povos e o princípio da soberania. Isso fica evidente no seu art. 15, o qual ao trazer diretrizes sobre o acesso a recursos genéticos, reconhece “os direitos soberanos dos Estados sobre seus recursos naturais”, assim como a autoridade dos governos nacionais e de suas respectivas legislações. Outro aspecto que contribui para inviabilizar, ou ao menos, enfraquecer a transferência ilegal e clandestina seja e animais, vegetais e material genético, é o incentivo a cooperação entre os países megadiversos e os países desenvolvidos, verificada nos artigos 15 ao 20 da CDB.

Ainda no que toca o art. 15 da CDB, cabe ressaltar o item 5 que diz:

5. O acesso aos recursos genéticos deve estar sujeito ao consentimento prévio fundamentado da Parte Contratante provedora desses recursos, a menos que de outra forma determinado por essa Parte. (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000, p. 15)

O consentimento se dá como fator primordial e pressuposto para os princípios anteriormente apontados. Contudo, como bem chama a atenção Heine Filho (2010), em seu artigo “Possibilidade de Intervenção Ambiental na Amazônia Legal: uma Ameaça à Soberania do Estado Brasileiro, no Mundo Pós-Guerra Fria”, o desejo do mencionado diploma internacional, de concretizar um ambiente de exploração, troca, e reciprocidade de desenvolvimento econômico e social entre país contratante e contratado, pode vir a ser minado, quando leva-se em consideração a tendência do mundo globalizado de costumeira e discricionariamente flexibilizar a soberania, que acaba por desaguar na deterioração do já suscitado, princípio da autodeterminação dos povos.

O supra mencionado autor, constrói o raciocínio acerca dessa percepção geopolítica contemporânea, a partir do princípio da não-intervenção postulado pela Carta da ONU, que em síntese pode ser compreendido como a “igualdade jurídica dos Estados”. Tal princípio, todavia, possui uma exceção que se, sendo chancelado pelo ONU e até mesmo patrocinada por ela, a chamada intervenção coletiva. Essa a seu turno se sustenta pela justificativa da causa humanitária, sendo engendrada “como uma ação de política internacional para manter a paz e a segurança internacionais Mello (2004, *apud* HEINE FILHO, 2010, p. 135)”, desatrelada de interesses unilaterais de um determinado Estado (HEINE FILHO, 2010). Com a virada geopolítica do pós-guerra fria, países de menor potencial bélico passaram a sofrer intervenções constantes (HEINE FILHO, 2010), de nações com poderio armamentista, tecnológico e econômico, consolidados, tendo por plano de fundo princípio humanístico. Um dos expoentes nesse contexto intervencionista que subjuga a soberania de Estados-Nação, são os Estados Unidos, que conforme Bonavides (1996, *apud* HEINE FILHO, 2010, p. 137) e Fonseca Jr. (1998, *apud* HEINE FILHO, 2010, p. 137) encontram fulcro na democracia e no modelo neoliberal e humanista de sociedade, para legitimar incursões em regiões que são alheias aos seus domínios.

Intervenções com a proposta de pacificação se tornaram ordinárias no séc. XXI, vide casos como de intervenção no Afeganistão e na Síria. Para além dessas, em virtude da mudança de perspectiva global quanto aos recursos naturais, hoje se fala na possibilidade de intervenção ambiental, ao passo que se discute internacionalmente o meio ambiente como sendo um patrimônio da humanidade. A aceção de natureza como sendo um bem não

necessariamente renovável, faz repercutir intenções e ações estrangeiras sobre áreas com vasta riqueza natural, seja no aspecto hídrico, mineral e biodiverso. A Amazônia se insere nesse paradigma como sendo uma das maiores fontes dos referidos recursos e cada vez mais é associada a questão dos direitos humanos.

O tema “preservação da floresta amazônica”, abordado na mídia e em foros internacionais, sob ação de outros Estados e de Forças Transnacionais, está cada vez mais presente, por envolver conceitos imanentes aos direitos humanos e à proteção do meio ambiente. É pensável que a evolução do direito ambiental internacional resulte na elaboração de normas rígidas aplicáveis à realidade amazônica, tornando possível a responsabilização do Estado brasileiro, caso falhe em atingir as metas desses instrumentos. (HEINE FILHO, 2010, p. 146)

O Brasil, enquanto um dos países detentores de vasta biodiversidade, entra na mira de possíveis intervenções ambientais, sobretudo pela indiferença e descaso que vem demonstrando em âmbito internacional acerca da degradação ambiental, sendo válido destacar como exemplos as queimadas na floresta amazônica e no pantanal mato-grossense ocorridas neste ano de 2020. Permite-se dizer diante disso que, apesar das asserções trazidos pela CDB, quanto ao acesso de recursos genéticos, que por sua vez tem reflexo no acesso a organismos vivos do gênero animal e vegetal, tal diploma se encontra ameaçado de perder sua eficácia frente a legitimação da intervenção ambiental. Isso impacta não somente a posição que o Brasil tem perante o mundo, mas também sua soberania, sua autonomia e legitimidade para dispor de seus recursos, bem como a possibilidade de se desenvolver em âmbito social, econômico e tecnológico, restando-lhe a pecha de colônia, encravada desde os tempos de seu “descobrimento”.

Fernandes (2017), ao discorrer em seu artigo “Soberania Permanente e a Proteção Ambiental”, além de trazer um breve histórico do conceito de soberania, trata do princípio da Soberania Permanente. Esse princípio, cunhado, segundo o referido autor, com fundamento na Carta da ONU de 1945, firmou logo após a Segunda Guerra Mundial, a igualdade entre as nações, assim como o respeito a autodeterminação de seus respectivos povos.

Esse princípio, contrasta com a ideia de país colônia, visto que sua afirmação em plano internacional teve por proposta coibir empresas estrangeiras “muitas delas associadas às antigas potências coloniais” (FERNANDES, 2017, p. 234) de cometerem esbulho de recursos naturais pertencentes ao território brasileiro, como também confere força a ideia de que o Estado, enquanto ente soberano tem autonomia para explorar o seu plantel de diversidade biológica, de fonte hídrica e mineral.

Por outro, a soberania permanente, por mais que possa ser invocada como instrumento de proteção frente a possíveis intervenções e, como resguardo a legitimidade da

fruição dos bens naturais contidos tanto na terra quanto em zona marítima, quando visualizado dentro de uma dinâmica de globalização, se torna frágil quando não vinculado a mecanismo de vigilância, fiscalização e regramento legal interno, eficientes. (FERNANDES, 2017).

6 CONCLUSÃO

Em análise de tudo que até aqui foi exposto, a perspectiva que se têm sobre a possibilidade de desenvolver inteligência artificial através da biomimética, no que diz respeito ao contexto brasileiro, pode ser visualizada tanto a partir de uma ótica pessimista quanto de uma otimista.

A começar pelo lado pessimista, esse está atrelado a dois fatores, sendo o primeiro a biopirataria, problema recorrente no Brasil, em especial no que concerne à Amazônia, face a fragilidade institucional, tecnológica e legislativa do país. E segundo, no tocante ao âmbito internacional, seja pela não obrigatoriedade da CDB, se valendo única e exclusivamente como uma diretiva para o melhor relacionamento entre potências econômicas e de alto nível tecnológico e potências de grande contingência de diversidade biológica, seja pela fragilização, ou melhor dizendo, fluidez (BAUMAN, 2001), do princípio da soberania diante do paradigma geopolítico moderno, que tende a normalizar as intervenções de Estados-Nação sobre outros.

Quanto ao ponto otimista, este é atinente a qualidade inata do Brasil de potência para ascender no cenário global enquanto país com desenvolvimento tecnológico, social e econômico, de estatura similar a de países como Alemanha, Estados Unidos e China. Mais especificamente no que toca ao tema central desse trabalho, sendo um país megadiverso, metade do caminho para se desenvolver uma inteligência artificial já está percorrido, basta que se invista em instrumental e pesquisa biomimética para obter tal inovação tecnológica, a qual com certeza funcionará como um propulsor ao progresso em outras instâncias do modelo ocidental de civilização.

A biomimética, para além da possibilidade de desenvolvimento, principalmente tecnológico, seguindo o que Benyus discorre em seu livro, pode servir a população brasileira, não somente no que refere-se a Amazônia, como um instrumento de aproximação aos biomas presentes no Brasil.

Nesse passo, o estreitamento entre ser humano e meio ambiente natural, pode vir a suscitar uma consciência preservacionista e preocupada em aprender com a flora a fauna e o ambiente em geral, haja vista que a natureza ainda muito tem a ensinar aos seres humanos, seja em matéria de ferramentas, estruturas e bio-sistemas, seja no que concerne ao equilíbrio das interações entre os seres vivos de um mesmo ecossistema, onde não se peca pelo excesso, nem se sofre pela falta. A natureza é pois, em si virtuosa, cabe a espécie Sapiens, retomar o caminho de concórdia com ela, sendo o biomimetismo, a primeira pegada nessa trajetória.

A busca pela tal singularidade, e a eventual adição dessa na realidade humana, pode fazer com a conexão, acima referida, venha a se tornar uma necessidade para a existência da humanidade. Muito se fala, na perda de sentido dos cosmos do ser humano com o advento da inteligência artificial pura, a qual é capaz de pensar inventiva e criativamente. Essa crise de propósito, a seu turno pode vir a desencadear o rompimento de várias estruturas sociais, desde a família nuclear, até as formas de trabalho e de interação dos indivíduos. Os teóricos da área, em especial Nick Bostrom, lançam esse cenário para um futuro não muito próximo, sendo que ao mesmo tempo pode acontecer num espaço temporal de 20 anos, como também dentro de 50, 100 anos.

Por outro lado, quando se fala na viabilidade de construção de uma inteligência meta-orgânica por intermédio da biomimética, a distopia de máquinas como instrumentos destituidores de significado do mundo humano, se restringe tão somente a ficção científica. A replicação da natureza no mundo dos seres humanos pode despertar uma ótica de maior proximidade com o meio ambiente, com vistas a promover uma interação mutualística e de ressignificação do pensar e do agir do Sapiens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUMAN, Zygmunt. **Modernidade Líquida**. Zygmunt Bauman; tradução Plínio Dentzien. – Rio de Janeiro: Zahar, 2001.

BENYUS, Janine M. **BIOMIMÉTICA: Inovação inspirada pela natureza**. Janine M. Benyus; tradução Milton Chaves de Almeida – Ed. Pensamento-CULTRIXLTDA. 10ª reimpr. São Paulo, 2016.

BOSTROM, Nick. **Superinteligência: caminhos, perigos, estratégias**. Nick Bostrom; tradução de Clemente Gentil Penna e Patrícia Ramos Geremias. - Rio de Janeiro: DrakSide Books, 2018.

CAMARGO, Carlos Eduardo Pires de. **Método de Transposição Semiótica para modelagem computacional biomimética**. Carlos Eduardo Pires de Camargo – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) – São Paulo, 2014.

FERNANDES, David Augusto. **SOBERANIA PERMANENTE E A PROTEÇÃO AMBIENTAL./PERMANENCE SOVEREIGNTY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION**. Revista Fac. Direito UFMG, Belo Horizonte, n. 70, p. 227-248, jan/jun. 2017.

FENACOROFICIAL. **Clóvis de Barros Filho - A vida que vale a pena ser vivida**. Plataforma YOUTUBE. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=WUw71Uiyaqo>. Acesso em: 29.11.2020.

GOMES, M. F.; SAMPAIO, J. A. L. **Biopirataria e conhecimentos tradicionais: as faces do biocolonialismo e sua regulação**. Revista Veredas do Direito, Belo Horizonte, v. 16, n. 34, p. 91-121, jan./abr. 2019.

HARARI, Yuval Noah. **Sapiens – Uma breve história da humanidade**. Yuval Noah Harari; tradução Janaína Marcoantonio. – 8. ed. – Porto Alegre, RS: L&PM, 2015.

HEINE FILHO, Pedro Augusto Bittencourt. **Possibilidade de Intervenção Ambiental na Amazônia Legal: uma Ameaça à Soberania do Estado Brasileiro, no Mundo Pós-Guerra Fria**. Revista da Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, no 16, p. 125-159, 2010.

LEE, Dora. **Biomimetismo: Invenções inspiradas pela natureza**. Dora Lee; ilustrações de Margot Thompson; tradução Antonio Carlos Vilela. São Paulo: Editora Melhoramentos, 2012.

LEE, Kai-Fu. **Inteligência Artificial: como os robôs estão mudando o mundo, a forma como amamos, nos comunicamos e vivemos**. 1. ed. Tradução Marcelo Barbão. Rio de Janeiro: Globo Livros, 2019.

MEDON, Felipe. **Inteligência Artificial e Responsabilidade Civil: autonomia, riscos e solidariedade**. Salvador: Editora Juspodivm, 2020.

MEDEIROS, Fernanda Luiza Fontoura de; ALBUQUERQUE, Letícia. **A quem pertence a biodiversidade? Um olhar acerca do marco regulatório brasileiro**. Revista Veredas do Direito, Belo Horizonte, Veredas do Direito, Belo Horizonte, v.12, n.23, p.195-216, Janeiro/Junho de 2015.

Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Secretaria de Biodiversidade e Florestas Programa Nacional de Conservação da Biodiversidade. A Convenção sobre Diversidade Biológica – CDB**. Cópia do Decreto Legislativo no. 2, de 5 de junho de 1992 Brasília - DF MMA 2000. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/cdbport_72.pdf. Acesso em 24.10.2020.

RANGEL, Helano Márcio Vieira. **A proteção da propriedade intelectual e a biopirataria do patrimônio genético amazônico à luz de diplomas internacionais.** Revista Veredas do Direito, Belo Horizonte, v.9, n.18, p.89-115, Julho/Dezembro de 2012.

SANT'ANNA, Fernanda Mello; MOREIRA, Helena Margarido. **Ecologia política e relações internacionais: os desafios da Ecpolítica Crítica Internacional.** Revista Brasileira de Ciência Política, no 20. Brasília, maio - agosto de 2016, pp 205-248. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-335220162006>. Acesso em 24.10.2020.

VEGA, Ítalo S.; CAMARGO, Carlos Eduardo P. de; MARCONDES, Francisco S. **Elaboração de especificações adaptativas: uma abordagem biomimética.** IX Workshop de Tecnologia Adaptativa, 2015.