

Bioceno:

as revoluções da Terra e a nova era da vida artificial

Rodrigo Petronio¹

Resumo: Há alguns anos concebi e comecei a desenvolver um novo conceito a partir de um neologismo: “bioceno”. Ao pesquisar o termo “bioceno” em inglês, deparei-me com *um nome solitário, isolado como uma ilha no oceano da internet*: Vikram Shyam. Shyam é pesquisador da NASA na área de engenharia e inteligência artificial. Neste ensaio, dialogo com os conceitos de paleomimesis, fisiomimesis, biomimesis e antropomimesis desenvolvidos por Shyam. O conceito de Bioceno de que me valho e que tenho desenvolvido em minhas pesquisas incorporou aspectos da teoria de Shyam. Entretanto, pretendo expandi-lo a partir de dois pontos: uma revisão do conceito de Antropoceno e uma descrição do conceito de Mesoceno, criado por mim a partir da teoria dos mesons. Por ora, este artigo se limita a circunscrever alguns aspectos do Bioceno a partir de quatro objetivos: 1. Estabelecer o que seria uma nova (*ceno*) época da vida (*bíós*) que emerge agora com o fim do Holoceno a partir do conceito de Bioceno e da PeTaL (Tabela Periódica da Vida), ambos desenvolvidos por Shyam. 2. Retificar as limitações inerentes ao conceito de Antropoceno. 3. Propor uma acepção de *bíós* não mais ligada às dicotomias orgânico-inorgânico. 4. Definir por que essa nova época da *bíós* nasce de uma confluência entre natureza e inteligência artificial e, dessa forma, deve extrapolar a noção de época e inaugurar uma nova era para o *sapiens*: a era da vida artificial. 5. Propor uma concepção conexionista dos seres vivos, definidos pelos graus de mediações que estabelecem entre si, não por suas qualidades primárias.

Palavras-chave: Bioceno. Mesoceno. Algoritmos. Sistemas. PeTaL. Paleomimesis. Fisiomimesis. Biomimesis. Antropomimesis.

¹ Rodrigo Petronio é escritor e filósofo. Autor, organizador e editor de diversas obras. Doutor em Literatura Comparada (UERJ), Professor Titular da FAAP e pesquisador associado do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Inteligência e Design Digital (TIDD) PUC-SP, onde desenvolveu Pós-Doutorado sob a supervisão de Lucia Santaella. CV LATTES: lattes.cnpq.br/7536475464385205. E-mail: rodrigopetronio@gmail.com.

Biocene: Earth revolutions and the new era of artificial life

Abstract: Some years ago, I conceived and started developing a new concept, the neologism biocene. When I was searching the term *biocene* in English, I discovered a single name, isolated like an island in the ocean of the internet: Vikram Shyam. Shyam is a NASA researcher in the field of engineering and artificial intelligence. In this essay, I open a dialogue with the concepts of paleomimesis, physiomimesis, biomimesis, and anthropomimesis developed by Shyam. The concept of biocene that I use and that I have developed in my research incorporates some aspects of Shyam's theory. However, I intend to expand it in two respects by reviewing the concept of anthropocene and by introducing the concept of mesocene, created from my own theory of *mesons*. The article deals only with a few aspects of the biocene. It has four objectives: (1) to establish what would be a new (-cene) era of life (*bíos*) now emerging with the end of the holocene from the concept of the biocene and PeTaL (Periodic Table of Life), both developed by Shyam; (2) Rectify limitations inherent to the concept of Anthropocene; (3) to propose a meaning of *bíos* against the organic-inorganic dichotomies; (4) to define why the new age of *bíos* is born in syntony with nature and artificial intelligence; hence, we must extrapolate the notion of time and inaugurate a new age for *sapiens*: the age of artificial life, and (5) to propose a connectionist conception of living beings, defined by the degrees of mediations organisms establish among themselves, not by their primary qualities.

Keywords: Bbiocene. Mesocene. Algorithms. Systems. PeTaL. Paleomimesis. Physiomimesis. Biomimesis. Anthropomimesis.

Há alguns anos concebi e comecei a desenvolver um novo conceito a partir de um neologismo: “bioceno”. Mesmo em se tratando de um neologismo, pesquisei quem e em que acepção poderia estar sendo usado. Não há nenhuma bibliografia sobre este conceito em português. E, ao pesquisar em inglês, deparei-me com *um nome solitário, isolado como uma ilha no oceano da internet*: Vikram Shyam. Shyam é pesquisador da NASA na área de engenharia e inteligência artificial. Neste artigo, dialogo com os conceitos de paleomimesis, fisiomimesis, biomimesis e antropomimesis desenvolvidos por Shyam. O conceito de Bioceno de que me valho e que tenho desenvolvido em minhas pesquisas incorporou aspectos da teoria de Shyam. Entretanto, pretendo expandi-lo a partir de dois pontos: uma revisão do conceito de Antropoceno e uma descrição do conceito de Mesoceno, criado por mim a partir da teoria dos mesons.

Por ora, este artigo se limita a circunscrever alguns aspectos do Bioceno conceito a partir de quatro objetivos. Em artigos futuros sobre o tema e quase em continuidade a este artigo, pretendo seguir esta linha de argumentação:

1. estabelecer o que seria uma nova (*ceno*) época da vida (*bíos*) que emerge agora com o fim do Holoceno a partir do conceito de Bioceno e da PeTaL (Tabela Periódica da Vida), ambos desenvolvidos por Shyam;
2. retificar as limitações inerentes ao conceito de Antropoceno;
3. propor uma acepção de *bíos* não mais ligada às dicotomias orgânico-inorgânico;
4. definir por que essa nova época da *bíos* nasce de uma confluência entre natureza e inteligência artificial e, dessa forma, deve extrapolar a noção de época e inaugurar uma nova era para o *sapiens*: a era da vida artificial;
5. propor uma concepção conexionista dos seres vivos, definidos pelos graus de mediações que estabelecem entre si, não por suas qualidades primárias;

Por fim, assim como ocorre com o Antropoceno, essa visão conexionista demonstraria alguns limites epistêmicos e ônticos do conceito de Bioceno e nos conduziria a uma nova maneira de descrever a nova era da Terra e do *sapiens*: o Mesoceno.

Para tanto, não entendo o *bíos* como uma descrição naturalista ou biologista, mas como um modo de operar os sistemas informacionais (algoritmos) que caracteriza os seres vivos. Esta concepção procura integrar algumas linhas conceituais: os sistemas não-lineares fora do equilíbrio (Prigogine e Stengers, 1991), uma concepção sistêmica da vida (Lovelock, Latour, Sloterdijk, Luhmann, entre outros), as cosmologias organicistas-processuais (Leibniz, Hume, Whitehead) e a teoria das catástrofes (Thom, Dupuy). Shyam lidera a equipe da NASA responsável pelo desenvolvimento de projetos, turbinas e motores a jato inspirados-modelizados na natureza. Atua como professor adjunto na Universidade de Akron, no departamento de Engenharia Mecânica. É fundador do Intercâmbio Virtual para Exploração Inspirada na Natureza (V.I.N.E.) no Centro de Pesquisa Glenn (NASA) (cf. grc.nasa.gov/vine). Seus interesses de pesquisa incluem inteligência artificial, coleta de energia e educação para ciência, tecnologias, engenharia e matemática (STEM). Recentemente, seu trabalho na NASA foi apresentado pela série de televisão *Xploration Nature Knows Best* (2016). Shyam recebeu prêmios como a Medalha de Conquista de Carreira da NASA, o Prêmio de Conquista de Grupo da NASA e o Prêmio de Jovem Engenheiro da ASEI. Em 18 de fevereiro de 2016, o presidente Barack Obama nomeou Shyam pesquisador da NASA Glenn, prêmio de Carreira Presidencial de 2016 para cientistas e engenheiros. É o maior prêmio norte-americano para cientistas e engenheiros que estão iniciando suas carreiras de pesquisa. Shyam recebeu o prêmio de inovação técnica em pesquisa aeronáutica fundamental. Seu trabalho inclui aerofólios inspirados em focas para reduzir a queima de combustível e o ruído da propulsão.

Entretanto, aqui surgiu outra dificuldade de pesquisa. A única obra na qual Shyam explora de modo mais detalhado o conceito de Bioceno é *The Biocene: the age of new life beyond evolution* livro ainda inédito (SHYAM, 2021, no prelo). Essa condição de acesso-restrição a um livro futuro que nos auxiliaria a compreender o presente é uma boa analogia para a condição geral do que vivemos hoje no mundo. O estado global emergente da pandemia de Covid-19 parece ter-nos legado essa fatalidade: para domesticar o futuro em nosso benefício precisamos compreender partes do presente que ainda não se revelaram. Leva-nos não apenas a construir

cenários futuros. Leva-nos a inferir e a decifrar camadas da realidade que existem, mas cujo acesso ainda não nos foi dado. Faço aqui então um breve exercício de síntese a partir do que pude constituir da obra de Shyam. E, em seguida, exponho a minha conceituação de Bioceno, em convergência e em dissonância com as teses dele, na medida em que isso é possível dada a parcialidade de acesso ao âmago da obra. Por isso, apoiei-me no artigo intitulado “PeTaL (Periodic Table of Life) and Physiometrics” (SHYAM *et al.*, 2019).

Bioceno

Seguindo os itens do Sumário o livro, podemos aferir um pouco de sua abordagem: 1. Em um universo muito, muito avançado. 2. Uma breve história do *bíos* e de seu potencial inexplorado. 3. Paleomimesis: o que um brontossauro pode ensinar a um grande macaco. 4. Antropomimesis: a sabedoria dos antigos. 5. Fisioteleologia: o propósito da natureza (ou a falta dele). 6. Macacos, religião e economia: um entendimento mútuo. 7. Reduzindo a natureza a pó: evolução artificial. 8. Entre no Bioceno: a era da nova vida. 9. PeTaL: Tabela Periódica da Vida. Pelo que se pode inferir da sinopse do livro, a linha de argumentação seria a seguinte. O *Homo sapiens* resolveu seus principais problemas e promoveu as maiores alterações de sua história por meio da inteligência artificial e do desenvolvimento de sistemas vivos, assimilando dados naturais, máquinas vivas e vida sintética a cada uma das etapas evolutivas. Shyam chama essa matriz evolucionária de biomimesis. Esta seria uma potencialidade inscrita nos seres vivos para o tratamento de informações. A maneira pela qual o humano se insere nesse processo evolutivo cria um novo sistema informacional: a antropomimesis. Desde a biomimesis à antropomimesis, desde a Idade do Bronze ao desenvolvimento atual das tecnologias da inteligência, o livro oferece uma nova perspectiva sobre achados fósseis para os caminhos em direção à inteligência artificial. O autor nos introduz o que define como Tabela Periódica da Vida, uma nova chave para a busca de inovações de automação e na descoberta de novos campos, como a fisioteleologia, o *blockchains* e a biomodelagem (modelagem bioinspirada). A obra atualiza então a teoria da evolução e as ciências da vida a partir das descobertas da inteligência artificial. Por meio da biomimesis, procura propor modelos de programas integrados de biociências. E inspeciona como a biomimesis pode fornecer ideias inovadoras em automação de sistemas. Discute áreas ainda inexploradas da biomimesis, como a paleomimesis, a antropomimesis, bem como os critérios adotados para a seleção de métodos biológicos. Fornece potencial para a biomodelagem, essenciais ao desenvolvimento de novas tecnologias de IA.

PeTaL

Outro atalho para acessar esta teoria do Bioceno desenvolvida por Shyam é uma sinopse da conferência *Biocene: depois da evolução* (SHYAM, 2019). Nesta conferência, Shyam aborda a teoria da naturamodelagem (modelagem inspirada pela natureza), um *design* inspirado na natureza e na PeTaL (Tabela Periódica da Vida). Além destas sinopses, do livro e da conferência, o longo e detalhado artigo mencionado pode nos servir de guia (SHYAM *et al.*, 2019). *No que consiste a PeTaL?* Os seres humanos usaram a natureza e emularam a biologia ao longo de sua história. Observamos a evolução do *design* biônico e o futuro que ele pode forjar. Esse futuro marcará o início da vida sintética, máquinas vivas, inteligência artificial inspirada na natureza e o surgimento de seres humanos como uma espécie do sistema solar, uma espécie que descobriu como viver de forma sustentável e superar os enormes desafios que enfrentava. A PeTaL é uma tentativa de inaugurar esse futuro usando a inteligência artificial para aprender sistematicamente com a natureza e arquitetar soluções sustentáveis para os problemas humanos. Devido a esses motivos, todas as remissões que faço ao trabalho de Shyam se baseiam neste artigo. E permaneço na expectativa da leitura do livro, para ter uma visão global de sua teoria.

Segundo a PeTaL, o universo seria um grande produtor de modelos matemáticos que podem ser apreendidos nos campos dos fluidos dinâmicos, na física quântica, na cosmologia e na termodinâmica. Decifrar essas regras do universo foi o coração da física moderna e, para tanto, os cientistas usaram a matemática para descrever a física (ver SHYAM *et al.*, 2019, p. 1). Entretanto, a compreensão de princípios da biologia é essencial para definir a natureza por meio de uma mimesis sistematizada. Diversos experimentos naturais foram realizados desde a abiogêneses até o Antropoceno. Para compreender os processos que orientam a vida (abiogêneses) e analisando o DNA de todas as formas vivas, extintas e sobreviventes, precisamos ir além da maneira pela qual a natureza tem sido compreendida. Esse avanço envolve engenharia genética, biologia sintética, inteligência artificial e diversos outros campos de estudo. Por isso, a presente era (época) deve ser entendida como Bioceno ou a era (época) da nova vida: um período geológico que deve se seguir ao Antropoceno. O Bioceno seria a era em que os humanos começam a ver os sistemas vivos e a aprender sistematicamente com os princípios que os governam. Disso resulta a criação de máquinas, tecnologias e sistemas vivos o que deve demarcar um este período geológico para as futuras gerações (SHYAM *et al.*, 2019, p. 2).

O Bioceno nos leva a expandir os domínios da investigação sobre os sistemas da natureza por meio de alguns conceitos matriciais: fisioteleologia, paleomimesis, antropomimesis, biomimesis (ibid., p. 6). Os passos de utilização da PeTaL podem ser resumidos da seguinte forma: 1. Interfaces. 2. Ontologia e base de dados. 3. Ferramentas de tradução que alimentem um Tesouro, ferramentas de mapeamento e ferramentas de abstração. 4. Ferramentas geradas a partir da ciência de dados, da *machine learning* e da *visão computacional*. 5. Modelos físicos e suas relações entre geolocalização, temperatura, pressão, densidade e humidade. 6. Filtragem de dados, seguidas de validações e modificações. 7. Ferramentas de tecnologias sintéticas que forneçam soluções para a construção de sistemas funcionais (ibid., p. 19).

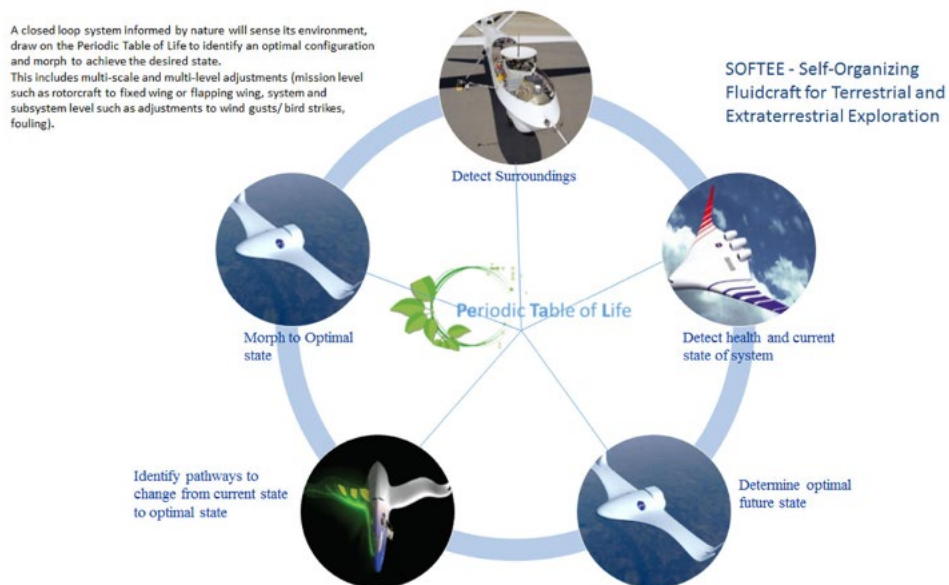


Figura 1. PeTaL como sistema integrado de auto-organização e matriz de geração de morfologias. Fonte: SHYAM *et al.*, 2019, p. 3.

A PeTaL é um sistema integrado de autoorganização que propõe modelos e morfologias a partir da captação, armazenamento e operacionalização dos dados dos seres vivos (Figura 1). Desse modo, pode-se gerar tecnologias hiperdesenvolvidas que sejam conectadas e coextensivas às estruturas funcionais da natureza e das ecologias de onde a biomimesis foi produzida. Este modo de pensar e organizar os algoritmos não é uma exclusividade do mundo das tecnologias digitais e muito menos algo que surge com a modernidade. O percurso do biomimetismo e da fabricação imitativa de segundas naturezas se confunde com o surgimento e a evolução do *sapiens* e da própria civilização (Figura 2).

Nesse sentido, existe um hibridismo de base em todos os mecanismos, tecnologias e dispositivos operacionais. O aprendizado por meio da biomimesis pode solucionar problemas e antever aspectos pouco funcionais e problemas futuros a partir da gênese de determinados *designs* biomodelados (Figura 3).

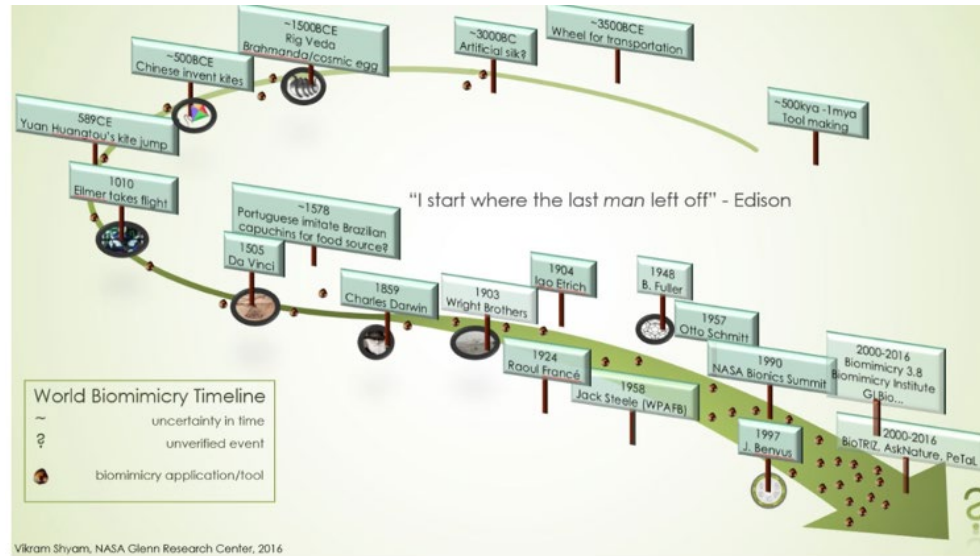


Figura 2. Percurso da biomimesis em suas diversas etapas civilizacionais. Fonte: SHYAM *et al.*, 2019, p. 4.

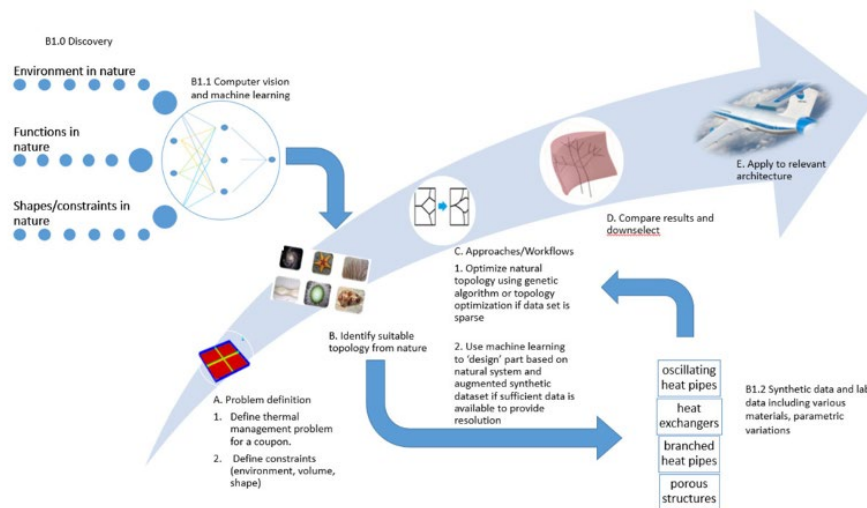


Figura 3. Mecanismos híbridos e aprendizado biomimético para solução de problemas. Fonte: SHYAM *et al.*, 2019, p. 12.

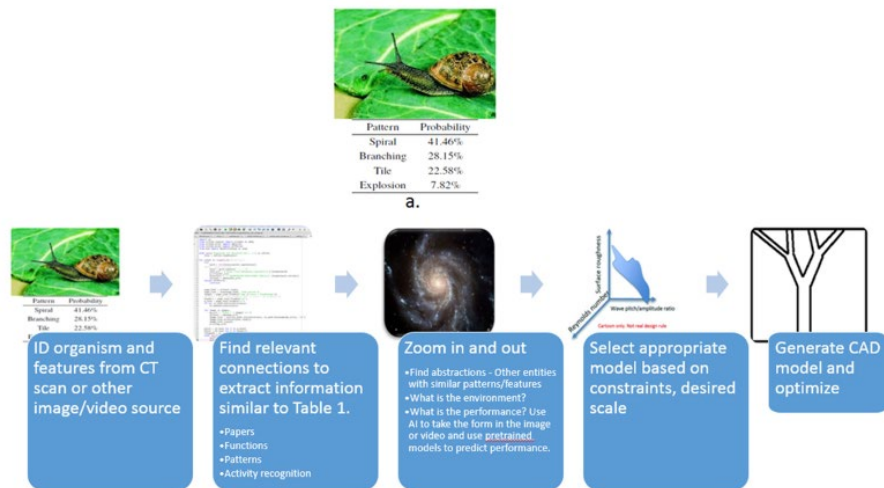


Figura 4. Exemplos de distribuição de modelos em um organismo.
Fonte: SHYAM *et al.*, 2019, p. 15.

Essa concepção minimiza as fronteiras entre orgânico e inorgânico à medida que os integra em uma perspectiva sistêmica. Nesse sentido, uma morfologia como a espiral, por exemplo, pode servir de base para a criação de designs inteligentes por meio da replicação de uma estrutura da natureza. A Figura 4 exemplifica esse processo. Se é possível a interferência em um organismo como um todo é porque pode-se acessar a integridade de sua estrutura predominante, no caso, a predominância de modelos espirais na composição. A espiral é associada à distribuição de fluidos e energia.

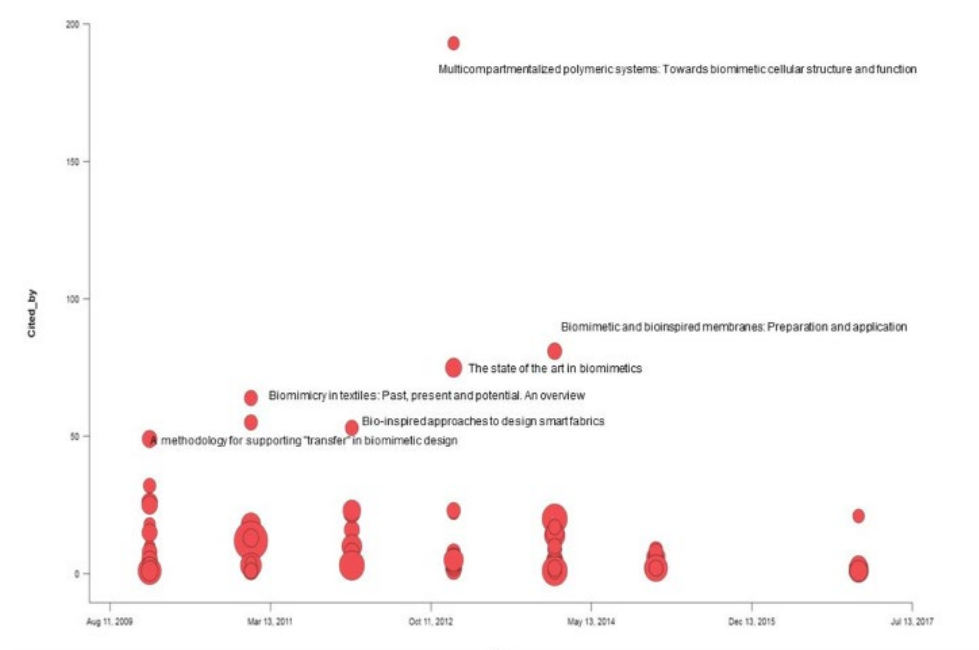


Figura 5. O estado da arte dos estudos: alguns papers publicados sobre biomimesis e biomodelagem. Fonte: SHYAM *et al.*, 2019, p. 16.

Scatterplot with 134 nodes. Colored by authors. Sized by page_count.

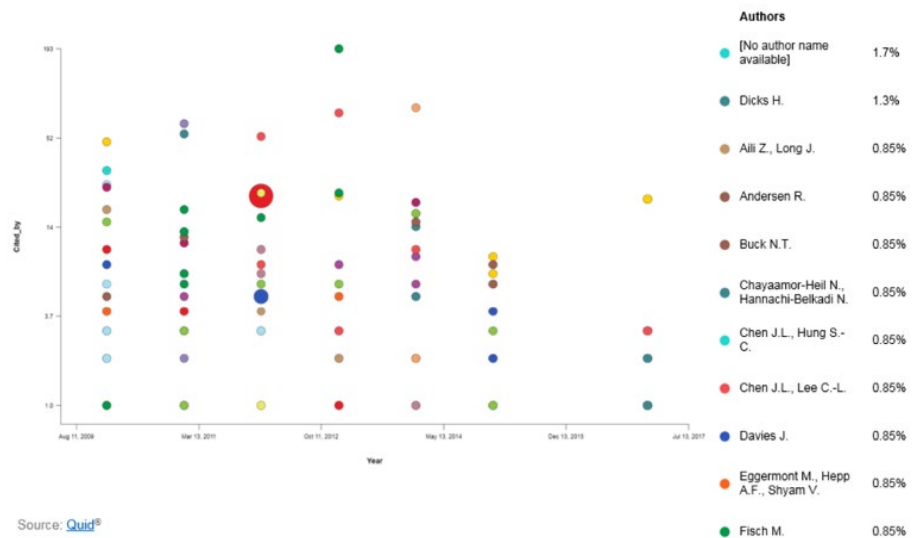


Figura 6. Número de publicações acadêmicas envolvendo o campo da biomimesis. Fonte: SHYAM *et al.*, 2019, p. 16.

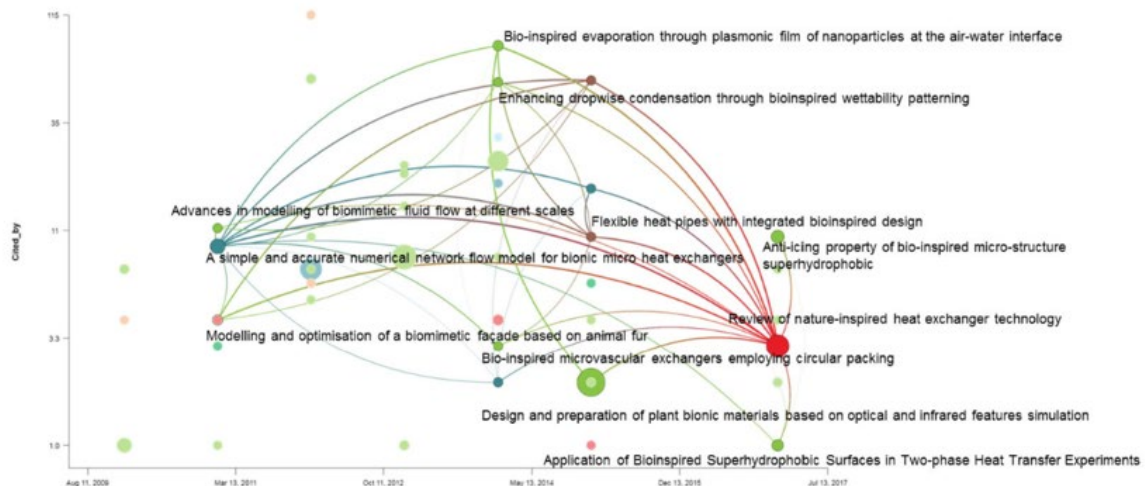


Figura 7. Publicações recentes de artigos e conexão com artigos de outras áreas. Fonte: SHYAM *et al.*, 2019, p. 17.

A arquitetura da PeTaL não apenas pressupõe, mas é centrada em uma ontologia (Figuras 8 e 9). Afinal, todos os dados partem de seres vivos para configurar novos designs por meio de algoritmos que circulam pelas redes de informação. Diante disso, é extremamente produtiva a premissa fundamental da PeTaL. Os mecanismos artificiais de inspiram na vida para produzir uma biomodelagem de si mesmos. Isso quer dizer que os índices de inteligência dos sistemas operacionais e artificiais serão cada vez mais complexo não à medida que imitarem as intencionalidades das emoções humanas, conforme o modelos clássico do Problema das

Outras Mentes, proposto por Turing. Os sistemas serão cada vez mais inteligentes à medida mesma que conseguirem deprender o maior número de dados do maior número de seres vivos. Em outras palavras, quando os humanos conseguiram fabricar uma Terra-espelho.

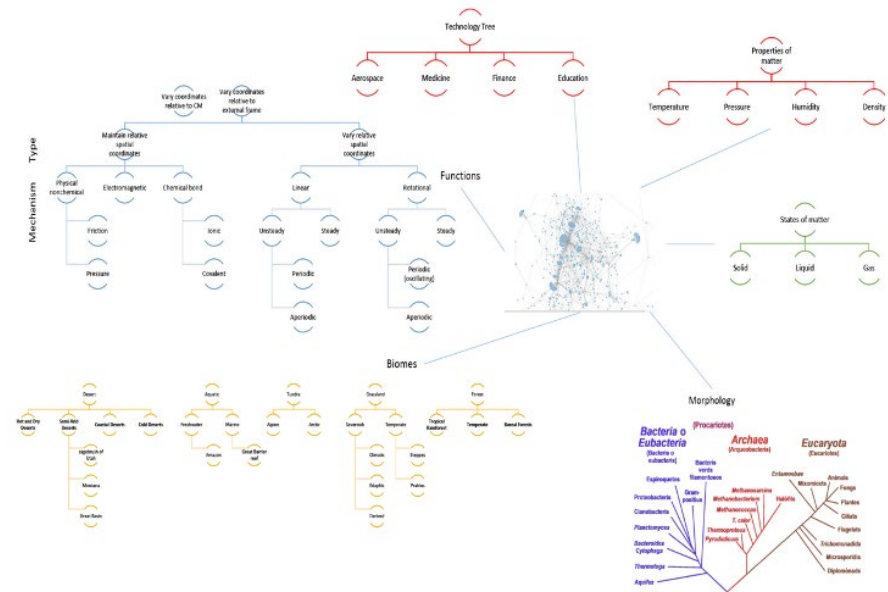


Figura 8. Um mapa da ontologia da PeTaL. Fonte: SHYAM *et al.*, 2019, p. 20.

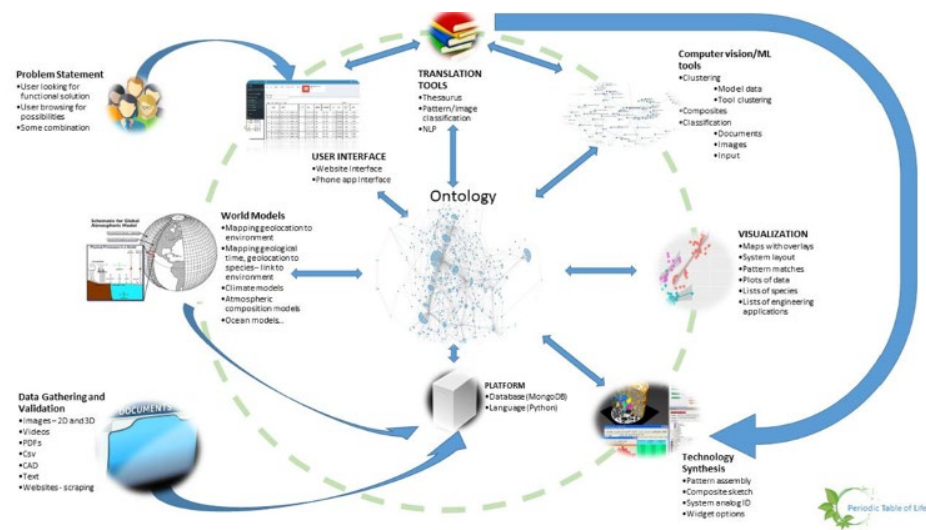


Figura 9. A arquitetura da PeTaL centrada na ontologia. Fonte: SHYAM *et al.*, 2019, p. 20.

Como corolário dessa arquitetura, a PeTaL tem uma aplicabilidade na composição de sistemas operacionais complexos que mapeiam todas as formas de vida, armazenam-nas e as analisam, em uma taxonomia cujo objetivo é extrair novos designs para toda e qualquer atividade humana ou transumana. Como vemos a seguir (Figuras 10 a 16), as nuvens e agrupamentos da PeTaL concluem a biomodelagem (*bioinspired*) da espécie de pássaro em questão, cruzando os dados de sua morfologia com outros dados virtualmente infinitos e que operam de modo randômico.

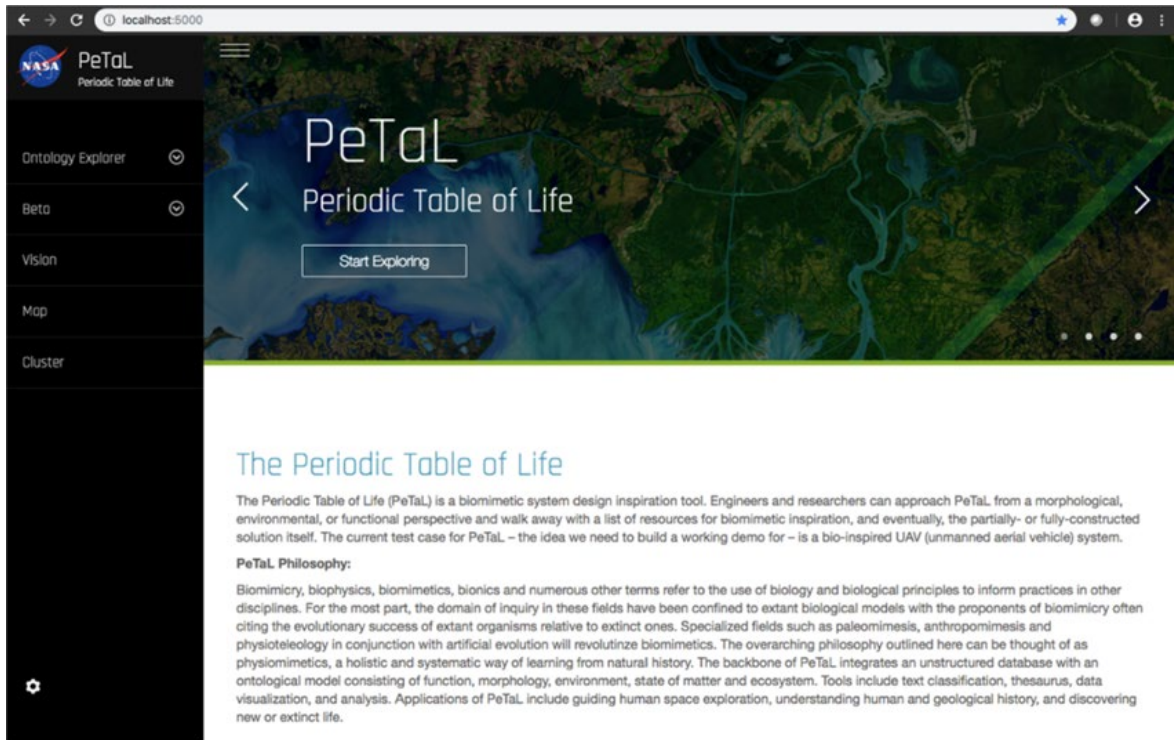


Figura 10. A aplicabilidade da PeTaL para sistemas e ciência de dados.
Fonte: SHYAM *et al.*, 2019, p. 33.

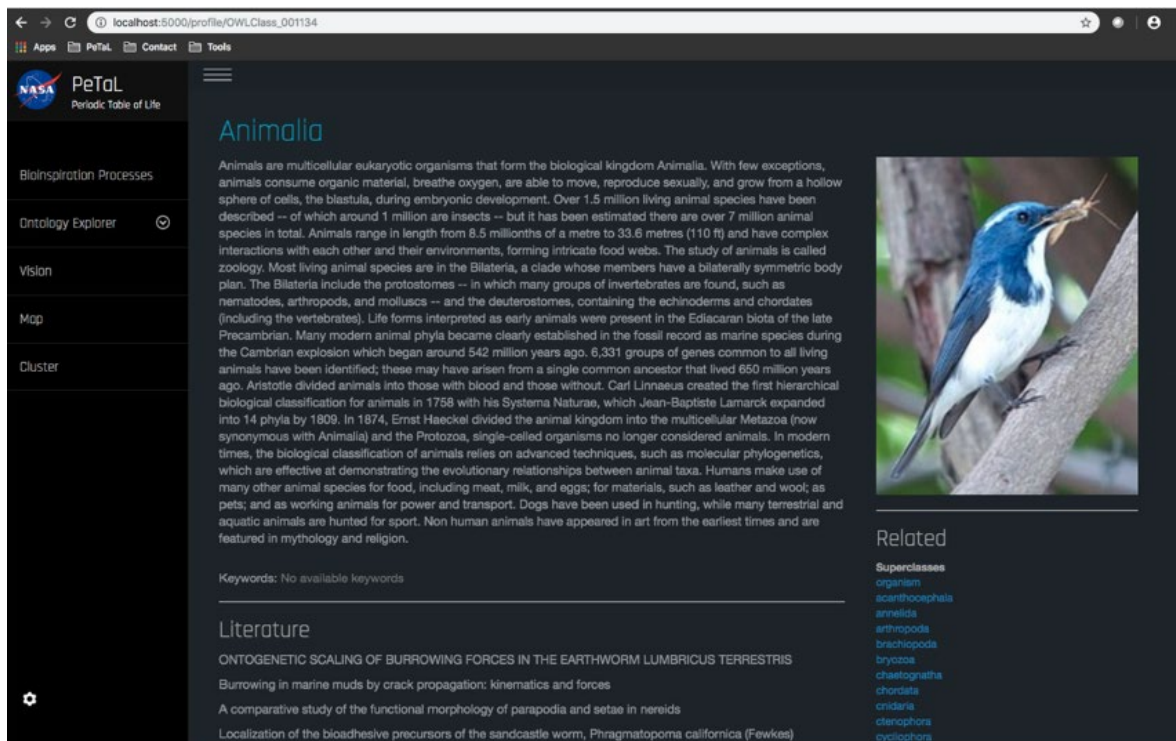


Figura 11. A aplicabilidade da PeTaL para sistemas e ciência de dados agindo no reconhecimento e transferência de informações da natureza.
Fonte: SHYAM *et al.*, 2019, p. 35.

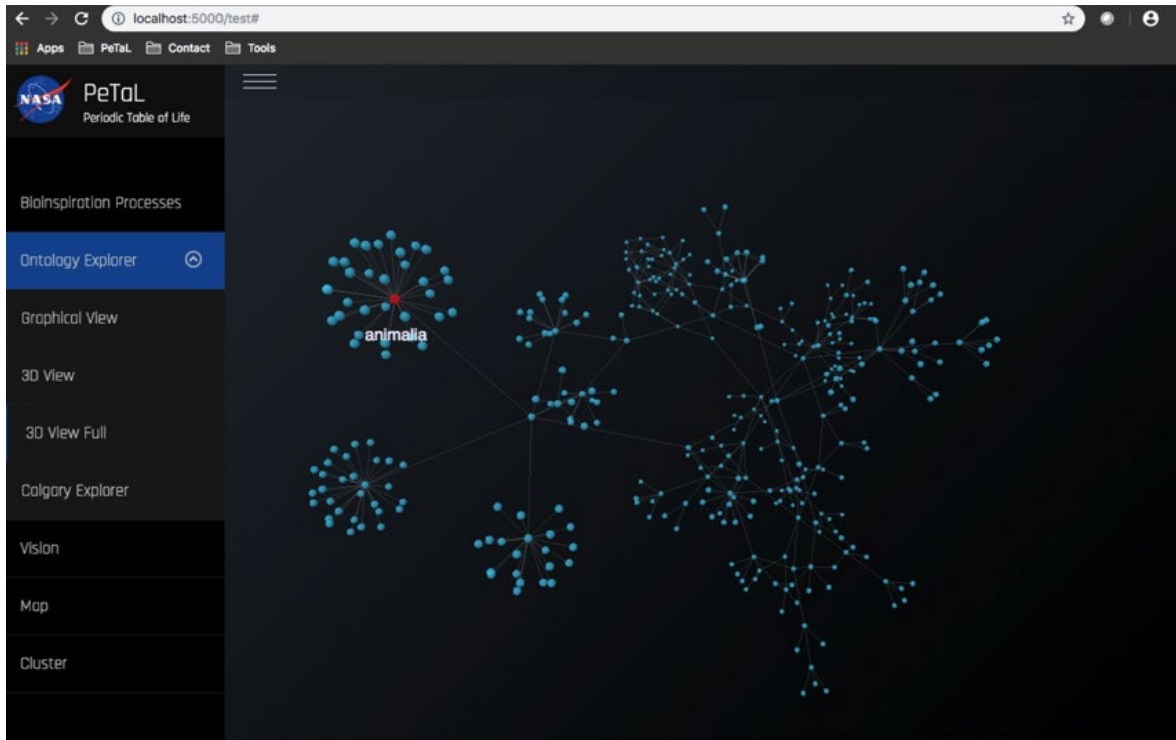


Figura 12. Exploração da ontologia da PeTaL para reconhecimento de padrões e formulação de designs a partir dos pássaros.
Fonte: SHYAM *et al.*, 2019, p. 35.

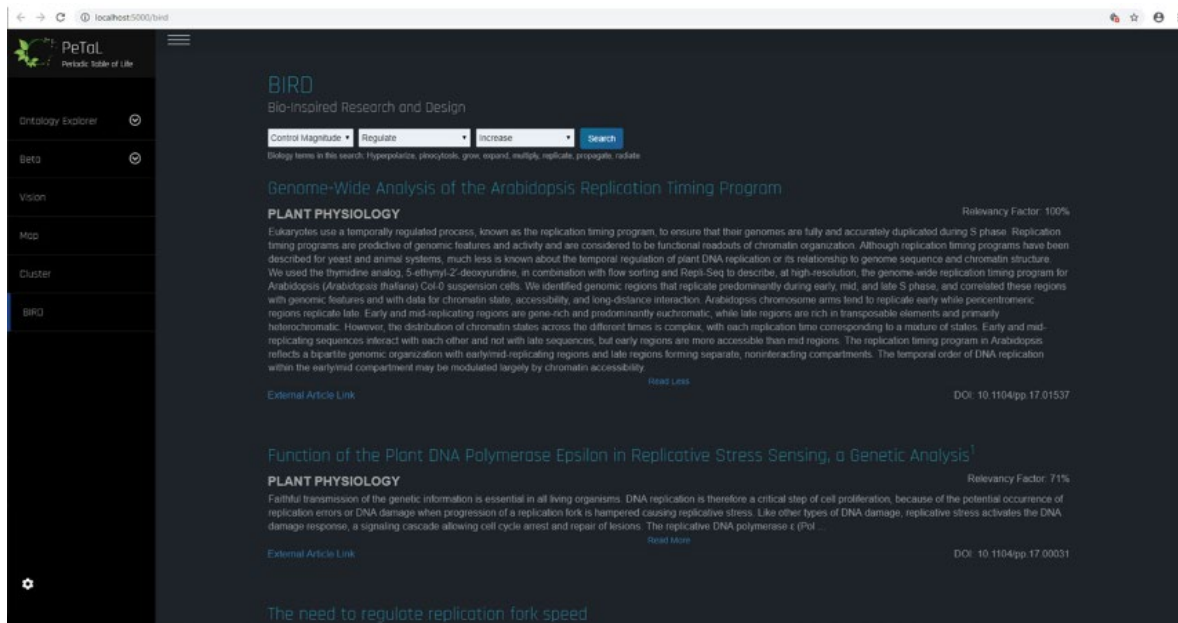


Figura 13. Análise de dados da PeTaL para fisiomimesis.
Fonte: SHYAM *et al.*, 2019, p. 36.

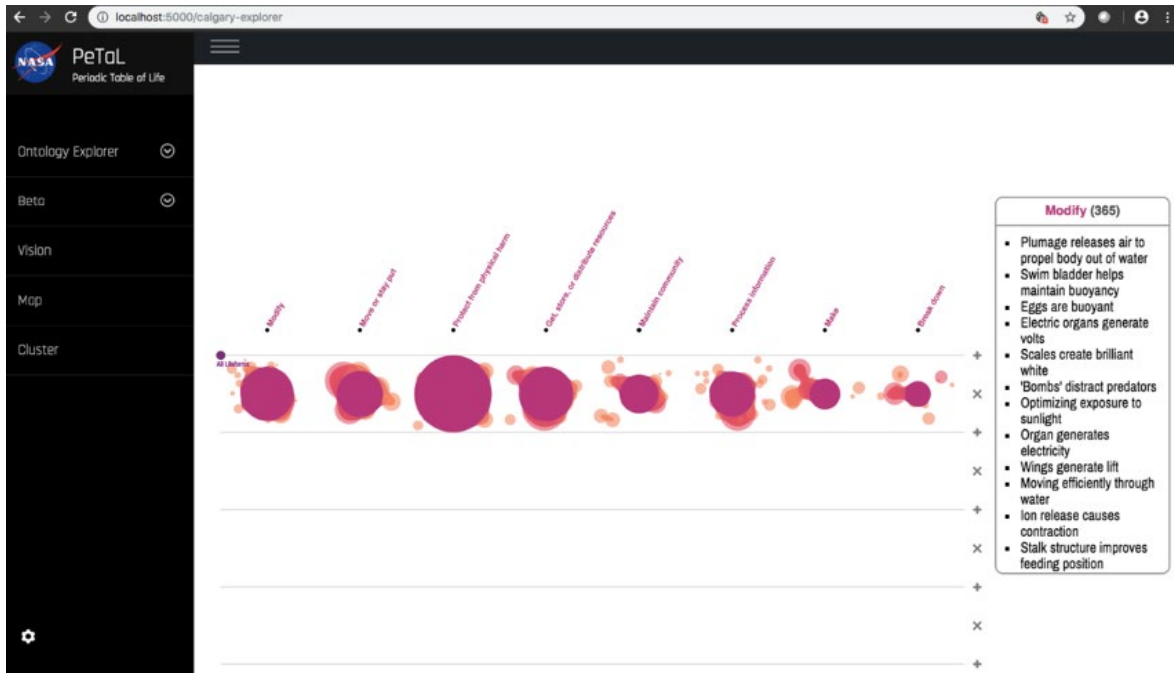


Figura 14. As nuvens informacionais da PeTaL para composição de sistemas integrados de morfologias. Fonte: SHYAM *et al.*, 2019, p. 37.

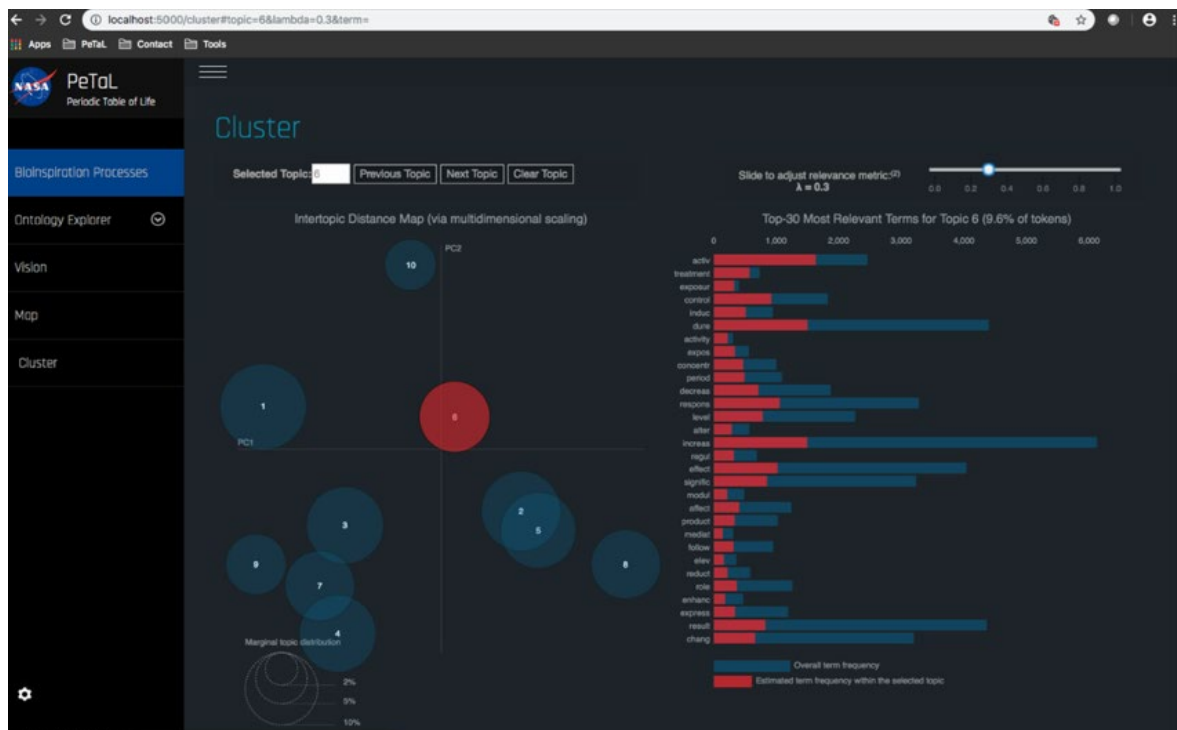


Figura 15. As nuvens e agrupamentos formando padrões de biomodelagem (*bioinspired*) informacionais da PeTaL para composição de sistemas integrados de morfologias. Fonte: SHYAM *et al.*, 2019, p. 38.

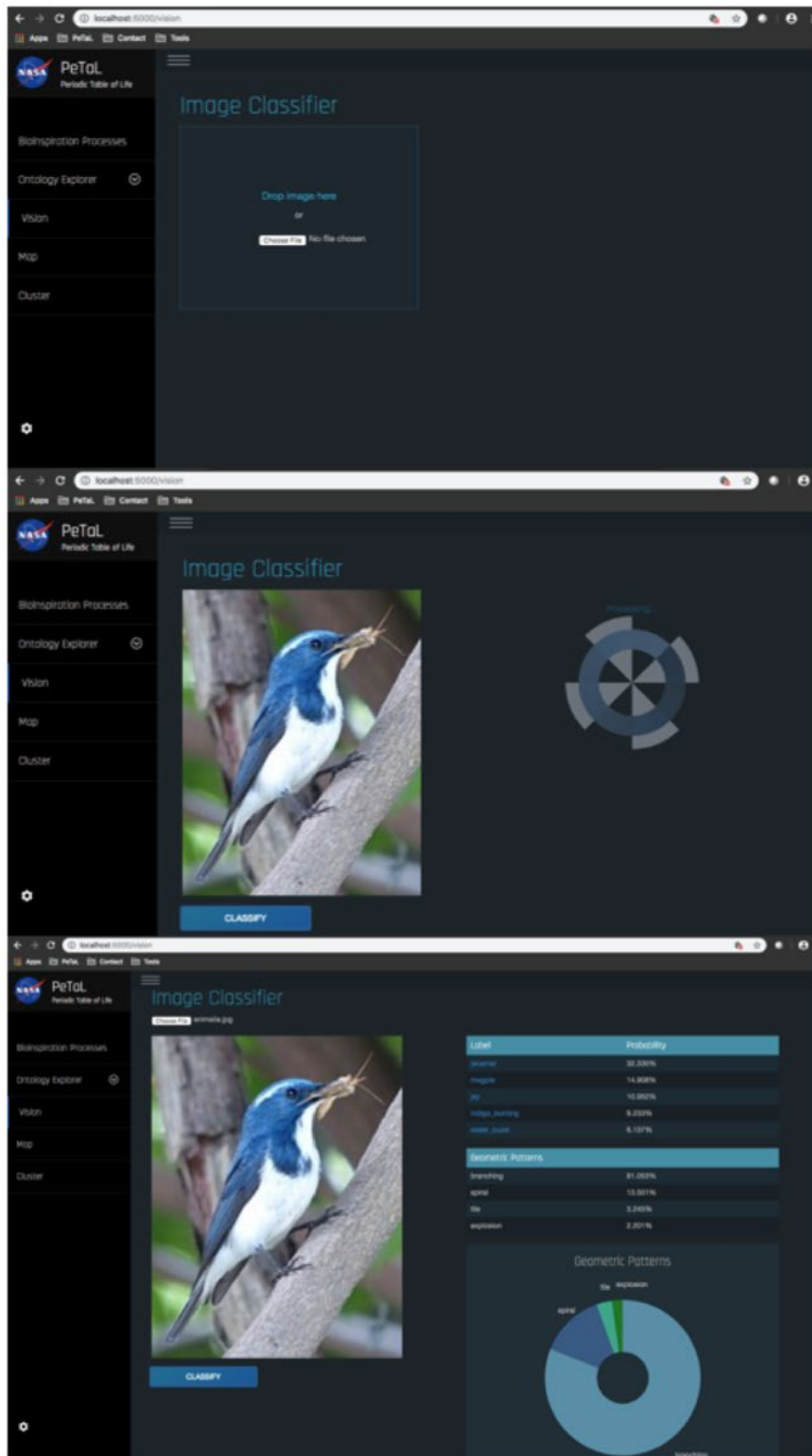


Figura 16. Conclusão da primeira etapa da biomodelagem.
Fonte: SHYAM *et al.*, 2019, p. 38.

Antropoceno e Mesoceno

Como o leitor pode perceber, há um vasto caminho para a pesquisa da PeTaL e as explorações aplicativas e especulativas do conceito de Bioceno. Por esses e outros motivos, os estudos e os artigos acadêmicos relacionados à biomimesis *têm crescido e* adquirido conexões com outros artigos, em dados cruzados de diversas áreas do conhecimento (Figuras 5, 6 e 7). Este impressionante projeto criado por Shyam e desenvolvido pela NASA tem uma quantidade infinita de implicações. Dentre elas, a possibilidade de conjugar geração exponencial de novas tecnologias, que devem impactar todas as áreas de atuação humanas, chegando à perspectiva de uma biocolonização de outras galáxias e de outras formas de vida, mediante as viagens espaciais e a exponencialização indeterminada da biomodelagem produzida na Terra. Entretanto, a partir dessa proposta da PeTaL e do Bioceno, gostaria de expandir ainda esse campo de estudos, agora de uma perspectiva estritamente conceitual, que pressupõe também uma ontologia. Refiro-me ao conceito de Mesoceno, que criei e tenho desenvolvido, em conexão com a teoria dos mesons. O Mesoceno se conecta e converge para o conceito de Bioceno e para as implicações descritas acima. Mas procura relativizar as noções de “vida” e de “natureza” contidas como premissas da ontogênese do sistema biocênico da PeTaL. Para tanto, procurarei fazer algumas considerações complementares em outro artigo que pretende confrontar estes três grandes modelos descritivos de uma nova era da Terra e dos humanos: o Bioceno, o Antropoceno e o Mesoceno.

Referências

PRIGOGINE, Ilya; STENGERS, Isabelle. *A nova aliança: metamorfose da ciência*. Tradução de Miguel Faria e Maria Joaquina Machado Trincheira. Brasília: Universidade de Brasília, 1991.

SHYAM, Vikram. *Biocene: beyond evolution* (Conferência, Cleveland Museum of Natural History, 14 mar. 2019). Disponível em: clevelandohio.gov/node/14956. Acesso em: 26 abr. 2020.

_____. *The Biocene: the age of new life beyond evolution*. Waltham, MA: Academic Press, 2021 (no prelo).

SHYAM, Vikram *et al.* PeTaL (Periodic Table of Life) and physiomimetics. *Designs* 3(3), 43, 2019. Disponível em: doi.org/10.3390/designs3030043. Acesso em: 26 abr. 2020.