



Modelagem matemática e saberes da complexidade: abordagem multitemática

Mathematical modeling and knowledge of complexity: a multi-thematic approach

*Neuma Teixeira dos Santos*¹

*Roberta Modesto Braga*²

*Adilson Oliveira do Espírito Santo*³

Resumo

Nesta investigação são discutidos resultados de uma atividade de Modelagem, com múltiplas temáticas e suas relações com os sete saberes da complexidade de Edgar Morin. A produção dos dados foi obtida por meio de uma revisão bibliográfica, sobre as marrecas (*Dendrocygna autumnalis*), e a produção de infográficos, por meio de um minicurso realizado em encontros *online*. Foram tratadas as temáticas das marrecas, em seus diversos contextos, pandemia da covid-19, desmatamento, infográficos, redes sociais, fake news e divulgação científica. A seleção dos dados foi inspirada na análise de conteúdo, e a descrição e discussão dos resultados foram organizadas em dois ciclos de Modelagem. Nessa vivência os estudantes não foram convidados a modelar uma situação matemática, mas sim a dialogar sobre problemáticas locais e globais, e ir além, dando contribuições à sociedade, no sentido de tornar o conhecimento científico acessível por meio das redes sociais.

Palavras-chave: Divulgação Científica, Perspectiva Transdisciplinar, Produção de Infográficos.

Abstract

In this investigation, the results of a modeling activity are discussed, with multiple themes and their relationship with Edgar Morin's seven complex knowledge. The production of the data was obtained by means of a bibliographic review, on the drakes (*Dendrocygna autumnalis*), and the production of infographics, by means of a short course held in online meetings. The themes of drakes were dealt with in their various contexts, the covid-19 pandemic, deforestation, infographics, social networks, fake news and scientific dissemination. The selection of the data was inspired by the content analysis, and the description and discussion of the results were organized in two Modeling cycles. In this experience, students were not invited to model a mathematical situation, but to dialogue about local and global issues, and go further, giving contributions to society, in order to make scientific knowledge accessible through social networks.

Keywords: Scientific Dissemination, Transdisciplinary Perspective, Infographics Production.

Submetido em: 27/04/2021 – **Aceito em:** 10/11/2023 – **Publicado em:** 30/12/2023

¹ Doutora em Educação em Ciências e Matemáticas pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Professora da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Brasil. E-mail: neuma.santos@ufra.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3026-4296>

² Doutora em Educação em Ciências e Matemáticas pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Professora da Universidade Federal do Pará (UFPA), Brasil. E-mail: robertabraga@ufpa.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3747-5862>

³ Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Brasil. E-mail: adilson@ufpa.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2728-8169>

Introdução

Durante a pandemia do covid-19 e o isolamento social, as mídias sociais ocuparam um espaço como fonte essencial de informações para os diversos públicos. Paralelo a esse uso intenso das redes sociais, houve uma explosão de informações de conteúdo falso, conhecidas como *fake news*.

Face ao exposto, ficou claro que as estruturas universitárias deveriam adotar um “guia de orientação” (Morin, 2001, p.15) que estimulasse o uso das ferramentas tecnológicas de alcance rápido e de várias classes da população, como forma de disseminar o conhecimento científico de qualidade, em uma linguagem acessível.

Para tratar de divulgação científica com os participantes de um grupo de pesquisa foi escolhida como temática inicial desta investigação a caça de marrecas (*Dendrocygna autumnalis*), conhecida localmente no município de Tracuateua, estado do Pará, como pesca de marrecas, motivada pela preocupação com uma prática ilegal que pode afetar o equilíbrio do ecossistema.

Tal problemática, veio ao encontro a uma questão discutida durante a pandemia do novo coronavírus (covid-19), que é o contato com espécies silvestres, naturalmente hospedeiras de vírus, bactérias e parasitas. A pressão antrópica sobre os recursos naturais e a destruição dos *habitats* dessas espécies as obriga a se aproximar cada vez mais de ambientes urbanos. Esta proximidade possibilita que os microrganismos saltem de hospedeiros, sofram mutações e causem epidemias e pandemias.

A crise pandêmica que estávamos vivenciando requeria abordagens multitemáticas nos processos de ensino e aprendizagem. Portanto, para traçar um diálogo entre os assuntos, marrecas em diversos contextos, pandemia do covid-19, infográficos, redes sociais, divulgação científica, Modelagem Matemática e os sete saberes da complexidade, seria necessário articular os conhecimentos e organizar o pensamento. Para Morin (2001, p.21), no entanto, “não basta enunciar as necessidades de contextualizar e de religar os saberes, é preciso ainda encarar os métodos, instrumentos, operadores e conceitos aptos a produzir essa reunião”.

Nesse sentido para tratar da problemática das marrecas e das múltiplas temáticas que surgiram durante a pandemia foi preparado um minicurso para treinamento dos estudantes do uso da ferramenta *Canva Design*, de modo que pudessem elaborar diversos materiais gráficos, especialmente a produção de infográficos.

Os sete saberes e a Modelagem Matemática são a espinha dorsal dessa investigação. Esta metáfora permite situar o leitor, que o enfoque desse trabalho situa-se nestes dois temas, porém se busca as conexões e formas de organizar esse diálogo multitemático. O objetivo desta pesquisa é discutir os resultados da atividade de Modelagem Matemática multitemática e as relações com os sete saberes da complexidade.

Os sete saberes necessários à educação do século XXI foram propostos como orientações para religar saberes (Morin, 2000) porque instigam um trabalho colaborativo entre as mais diversas áreas e teorias, de forma a se juntar unidades na construção de um todo. A Modelagem Matemática abordada nesta pesquisa assume um papel de entrelaçamento com outras áreas, para o fortalecimento de ações de conscientização ambiental, a partir da vivência colaborativa no desenvolvimento de projetos.

A matemática é intrínseca ao ser humano, portanto, todos os povos a utilizam ou constroem. Ela pode assumir um caráter formal ou espontâneo, sendo o primeiro mais sistematizado e o segundo mais ligado ao cotidiano, sensível às particularidades do mundo (Levy, 2018). Dessa assertiva, a preocupação é o diálogo com ideias e conceitos que potencializem a discussão sobre Modelagem Matemática com perspectiva na educação do futuro.

Nessa perspectiva é que se conjuga a Modelagem Matemática e os saberes da complexidade. Levy e Espírito Santo (2011) têm papel relevante na literatura que envolve Modelagem e os sete saberes, Quadro 1, ao realizarem um trabalho teórico que estabeleceu relações, que são apresentadas no desenvolvimento deste artigo e utilizadas na discussão dos resultados.

Quadro 1. Relações entre sete saberes e Modelagem Matemática

Sete saberes	Modelagem Matemática
As cegueiras do conhecimento: erro e ilusão	O processo e o produto da modelagem não são livres de erros devido às influências da subjetividade.
Conhecimento pertinente	As interações cognitivas devem ser consideradas no processo e no produto da modelagem, assim como as associações entre particularidades e totalidades, para que o modelo represente o objeto de estudo o mais próximo possível.
Ensinar a condição humana	A multiplicidade de aspectos da condição humana estará presente, compondo e influenciando alunos e professores, no processo e no produto da modelagem, portanto, é importante que adquiram essa consciência.
A ética do gênero humano	A tríade indivíduo/sociedade/espécie tendo o ser humano como sujeito na Modelagem Matemática impregna o processo e o produto com essas três dimensões.
Enfrentar as incertezas	É importante o modelador considerar que as situações e/ou os objetos de estudo são complexos e permeados de incertezas, portanto deve-se considerar as limitações de representação do seu modelo.
Ensinar a compreensão	A compreensão e a solidariedade devem ser reconhecidas e fomentadas durante o processo de modelagem.
Ensinar a identidade terrena	Durante o processo de modelagem deve-se ter em vista a formação cidadã planetária, considerando o caráter contextualizador da modelagem, que favorece a ideia de que tudo se liga a tudo.

Fonte: Adaptado de Levy e Espírito Santo (2011, p.173-175)

Essas novas relações implicam no abandono do reducionismo, em prol de um conhecimento inclusivo e democrático, que envolva todas as ciências e provoque uma reforma nas mentalidades, no intuito de estabelecer uma transdisciplinaridade capaz de tratar

toda a complexidade atual das problemáticas locais e globais. Os sete saberes que Morin considera necessários para a educação do futuro só serão praticados ou refletidos se houver um diálogo entre as diversas áreas do conhecimento. Então, nesta pesquisa os saberes serão analisados nas atividades desenvolvidas por estudantes, a partir de múltiplas temáticas com problemáticas locais e globais ou *glocais*, como cita Morin (2001) em sua obra *A religação dos saberes*.

Durante o desenvolvimento dessa investigação, no isolamento social, muitas reflexões permearam a mente, acompanhadas de muitos questionamentos, visto que há uma problemática complexa envolvendo os temas. Logo, a questão de pesquisa mais recorrente foi: como a Modelagem Matemática pode contribuir para exploração da conexão de multitemáticas na busca pela religação de saberes?

D'Ambrosio (1986) destaca que o sujeito, ao mesmo tempo em que observa, é parte integrante da realidade, e para se chegar a um modelo necessita fazer uma análise global da realidade, em toda sua complexidade. A palavra complexidade é adotada nesse texto, no sentido da teoria de Edgar Morin. Sua etimologia é do latim *complexus*, que significa aquilo que é tecido em conjunto.

No intuito de compreender as particularidades desta pesquisa, no próximo tópico é apresentado o percurso metodológico adotado na produção de dados, seguido pela análise e discussão dos resultados e as considerações.

Percurso metodológico da pesquisa

A abordagem adotada nesta pesquisa é do tipo qualitativa, que possibilita que a investigação científica ocorra em vários temas, mediante práticas diversificadas e múltiplas até mesmo de forma simultânea, por meio de variadas técnicas de produção de dados e métodos de análise, que dependem da escolha epistemológica e teórica adotada (Poupart et al., 2014). Esta investigação de natureza aplicada e com objetivo descritivo, tem como foco discutir resultados de uma atividade de Modelagem Matemática com múltiplas temáticas e suas relações com os sete saberes da complexidade de Morin (2000).

A produção dos dados utilizados neste artigo foi obtida no âmbito do Grupo de Ensino, Pesquisa e Extensão do Laboratório de Geotecnologias, Educação Financeira e Ambiental (LabGEFA), vinculado à Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), no Campus de Capanema, Pará. Os estudantes participantes são dos cursos de bacharelado em Biologia, Administração e Engenharia Ambiental e Energia Renováveis.

O método de produção de dados ocorreu mediante pesquisa de campo em ambiente *online*, através de um minicurso com carga horária de 20 horas na plataforma do *google meet* que reuniu 12 estudantes em ambiente virtual utilizando *notebooks/celulares* e revisão bibliográfica. O material foi disponibilizado na comunidade virtual do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA), sobre o uso da ferramenta *Canva design*, com foco na produção de infográficos, para publicar no *feed* de notícias da página do *Facebook* e

do *Instagram*. Isto, no intuito de divulgar e promover o acesso ao conhecimento científico de forma mais inclusiva.

Os estudantes realizaram uma revisão bibliográfica coletiva acerca das marrecas *Dendrocygna Autumnalis*, buscando publicações científicas nos diretórios de pesquisa acadêmica, com o objetivo de mapear as produções e utilizaram o espaço de armazenamento em rede *Google Drive*, para compartilhar, e posteriormente discutir em grupo o conteúdo das publicações. Desse levantamento bibliográfico foram selecionadas 8 publicações nacionais e internacionais realizadas no período de 1991 a 2017 que tratavam especificamente da marreca *Dendrocygna autumnalis*, Quadro 2.

Quadro 2. Artigos utilizados do banco de referências sobre Marrecas

Código	Referências
TB01	Pereira, W. L. A. et al. (2014). Lesões cutâneas tipo tumorais associadas à infecção por <i>Avipoxvirus</i> em uma marreca-cabocla (<i>Dendrocygna autumnalis</i>). Cien. Anim. Bras. , 15(2), 234-238.
TB02	Matta, N. E. et al. (2014). Description and molecular characterization of <i>Haemoproteus macrovacuolatus</i> n. sp. (Haemosporida, Haemoproteidae), a morphologically unique blood parasite of black-bellied whistling duck (<i>Dendrocygna autumnalis</i>) from South America. Revista Parasitologia , 113, 2991-3000.
TB03	Stolley, D. S., Edmonds, S. T., & Meteyer, C. U. (2008). Mortality of Ducklings of the Black-Bellied Whistling Duck (<i>Dendrocygna autumnalis</i>) During Their Premier Swim in a Hypersaline Lake in South Texas. The Southwestern Naturalist , 53(2), 230-235.
TB04	Camacho, I., & Pimentel, L. M. S. (2012). Registros reprodutivos da asa-branca, <i>Dendrocygna autumnalis</i> , no estado do Rio de Janeiro, Brasil. Atualidades Ornitológicas , 169, 6-8.
TB05	Edmonds, S. T., & Stolley, D. S. (2008). Population Decline of Ground-Nesting Black-Bellied Whistling Ducks (<i>Dendrocygna autumnalis</i>) on Islands in Southern Texas. The Southwestern Naturalist , 53(2), 185-189.
TB06	Feekes, F. (1991). The Black-bellied Whistling Duck in Mexico: from Traditional Use to Sustainable Management? Biological Conservation , 56, 123-131.
TB07	Aguirre, A. A. et al. (1992). Cloacal Flora Isolated from Wild Black-Bellied Whistling Ducks (<i>Dendrocygna autumnalis</i>) in Laguna la Nacha, Mexico. Avian Diseases , 36, 459-462.
TB08	Rodrigues, M. R., & Schmitz, H. (2017). Conflito Social: O caso da “Pesca de Marrecas” na Reserva Extrativista Marinha de Tracuateua (PA). Amazônica-Revista de Antropologia , 9(1), 132-154.

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Os dados discutidos foram obtidos mediante revisão bibliográfica, relatórios produzidos pelos grupos, observação participante, realizada em um novo contexto *online* e anotações em diário de campo, para dialogar sobre as relações entre pesca de marrecas,

pandemia do covid-19 e equilíbrio ambiental. Os doze estudantes se dividiram em grupos de três, formando quatro grupos, identificados no texto por G1, G2, G3 e G4.

Para traçar um paralelo entre os temas marrecas, covid-19 e equilíbrio ambiental, foram adotados os artigos do Quadro 3, para provocar discussões e reflexões no grupo. Os infográficos produzidos seguiram a seguinte distribuição: G1 (TB01, TB02), G2 (TB03, TB04), G3 (TB05, TB06) e G4 (TB07, TB08). E dos artigos e reportagem TB09, TB10 e TB11 foram produzidos infográficos por todos os grupos.

Quadro 3. Artigos e reportagens sobre temas relacionados à pandemia e questões ambientais.

Código	Referências
TB09	<i>Satélite revela aumento de 34% na taxa de derrubada da floresta amazônica nos últimos 12 meses. Folha do Bico</i> (2020). Disponível em: https://www.folhadobico.com.br/satelite-revela-aumento-de-34-na-taxa-de-derrubada-da-floresta-amazonica-nos-ultimos-12-meses/ . Acesso em: 24 ago. 2020.
TB10	Pereira, M. J. R., Bernard, E., & Aguiar, L. M. S. (2020). Bats and COVID-19: villains or victma? Biota neotropica , 20(3), 1-4.
TB11	Barbosa, C. M. et al. (2019). Divergent coronaviruses detected in wild birds in Brazil, including a central park in São Paulo. Brazilian Journal of Microbiology , 50(2), 547-556.

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Os infográficos produzidos são representações subjetivas das bibliografias, portanto são modelos que refletem uma realidade, obtidos por um processo de Modelagem que ocorreu por meio de pesquisa bibliográfica. No caso a realidade são as informações contidas em cada referência. Nos modelos a presença da matemática ocorreu em alguns momentos de forma implícita e em outros de forma explícita. No que se refere aos infográficos neste texto, foram utilizadas as palavras infográficos, modelos e produtos no mesmo sentido para variar o uso das palavras e não se tornar repetitivo.

Nesse processo de Modelagem assume-se uma Modelagem Matemática em uma perspectiva transdisciplinar que vai além da representação clássica da Matemática por símbolos numéricos e instiga a um olhar crítico por meio de um convite libertário da criatividade, mediante uma perspectiva transfronteiriça que rompa com as estruturas limitantes do pensar cartesiano e se abra a um pensamento complexo no processo de ensino e aprendizagem, focada na reforma do pensamento. Uma Modelagem com responsabilidade social comprometida com a nova educação do século XXI, visto que o pensar fragmentado torna-se insuficiente diante das problemáticas que se apresentam nesse novo contexto planetário.

A análise dos dados seguiu os mesmos passos de Santos, Braga e Espírito Santo (2020), que buscou inspiração nas etapas de Bardin (2016), porém adaptou a análise de conteúdo às concepções da teoria da complexidade, no que se refere ao critério de exclusão, em que na proposta original cada saber seria uma categoria. No entanto, como se busca uma

religação de saberes nessa abordagem multitemática, entende-se que em cada ação podem estar presentes vários saberes simultaneamente.

Os dados apresentados no próximo tópico foram discutidos e analisados por meio das relações apresentadas no Quadro 1 de Levy e Espírito Santo (2011). Adicionadas à discussão, estiveram presentes e consultadas a todo instante as literaturas de Morin (2000; 2001; 2020), e as demais referências de Modelagem Matemática e da Educação Matemática.

Análise e discussão dos resultados

A perspectiva de Modelagem escolhida para este artigo é a mesma adotada por Santos, Braga e Espírito Santo (2020), que assumiram uma Modelagem livre, sem delimitações *a priori*, no intuito de promover uma articulação com outras áreas de conhecimento. Alinha-se ao pensamento complexo de Edgar Morin, amparado na religação de saberes, para alcançar uma representação mais próxima da realidade, tendo uma Modelagem que “assume a característica de um ‘tear’ (máquina de tecer fios) no sentido de juntar unidades na construção de um todo para o fortalecimento de uma conscientização ambiental” (Santos, Braga & Espírito Santo, 2020, p.254). Nesta pesquisa assume-se que esse fortalecimento vai além da questão ambiental, sendo uma Modelagem das problemáticas dos seres planetários, modelando o contexto local e o global em suas interconexões.

Inspirados na organização de Modelagem Matemática de Bassanezi (2012), os resultados desta investigação inicialmente foram pensados em uma discussão por etapas: escolha do tema, coleta dos dados, análise dos dados e formulação dos modelos e validação. No entanto, toda pesquisa tem suas peculiaridades, ou seja, movimenta-se de forma singular, e para que novas descobertas ocorram, o pesquisador não deve cercear a liberdade desse movimento, deixando que as relações sejam construídas e reconstruídas livremente.

A metodologia que melhor representa e define os resultados encontrados nesta investigação constitui-se por dois momentos. O primeiro trata-se do reconhecimento e familiarização da problemática, e o segundo com a produção e socialização dos infográficos, para análise crítica dos modelos e seus resultados. A esses momentos chamaremos de ciclo, pois os fatos ocorridos na atividade partem de um ponto inicial e chegam ao final que é o modelo. Contudo, essa organização pode constituir-se de várias formas tendo um caráter recorrente, pois a cada vez que o infográfico é revisitado um novo modelo pode surgir.



Figura 01: Representação do ciclo de Modelagem Matemática

Fonte: autores, 2021.

No caso desta pesquisa, a **escolha do tema** envolveu a interação sobre os vários assuntos para reconhecimento da problemática e familiarização no uso da ferramenta Canva Design, informações sobre os direitos autorais e requisitos necessários para a criação de um infográfico. A **coleta de dados** aconteceu quando os estudantes selecionaram conteúdo das publicações para dispor nos infográficos. Na **análise dos dados** ocorreu a organização das informações e a formulação do modelo que nesta abordagem será denominada de produção do modelo. A **validação** foi o momento da socialização do infográfico no grupo, para verificar se era aceitável e não levaria o leitor a uma interpretação equivocada da informação. A coleta, a análise e a validação foram tratadas como uma única etapa, porque, ao realizar as leituras dos relatórios, percebeu-se que ocorreu de forma indissociada.

1º ciclo: Reconhecimento e familiarização da problemática

Houve um diálogo com os participantes sobre a reportagem de Agrela (2020), que informa que para os cientistas a Amazônia é um reservatório de pandemias, e da forma que o ser humano se relaciona com a natureza uma nova pandemia é praticamente inevitável nos próximos anos. Isto porque o desequilíbrio ambiental aumenta o risco de vírus saltarem de espécies. O diálogo teve continuidade com a reportagem do jornal digital Folha do bico (2020), que organizou e apresentou dados extraídos do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que informa que os satélites revelaram um aumento de 34% de desmatamento nos últimos doze meses (2019-2020).

D'Ambrosio (2018), de forma muito enfática faz observações aos educadores matemáticos quanto à responsabilidade diante de questões urgentes como sustentabilidade, alterações climáticas e de pandemias, visto que a missão dos educadores deve ser de preparar as gerações para um futuro que vá além da justiça social e dignidade, pois existe uma ameaça real de colapso social e da própria sobrevivência da espécie.

Ademais, Pena-Vega (2005) discorre em sua obra “O despertar ecológico: Edgar Morin e a ecologia complexa”, que os custos ecológicos implicarão em custos sociais para as

futuras gerações. Todavia, “a degradação do ecossistema afeta mais fortemente as condições de vida dos menos favorecidos” (Pena-Vega, 2005, p.44).

No saber *ensinar a identidade terrena*, Morin (2000) afirma que todos partilham de um destino comum, por serem moradores do mesmo planeta, o que de fato ocorre, porém os desastres são sentidos por cada indivíduo de formas diferentes. Enquanto não se chega ao destino é explícito, a exemplo da pandemia do covid-19, que a crise afeta cada pessoa de forma diferente no acesso a hospitais, medicamentos e até mesmo possibilidade de realizar o isolamento social, orientado pelos órgãos de saúde.

Ainda na construção desse paralelo foi apresentado o artigo de Barbosa et al. (2019), que detectaram dois tipos de coronavírus em aves migratórias no Brasil, em uma coleta realizada no período de 2006 a 2013. Ressalta-se que os coronavírus encontrados são tipos diferentes do causador da pandemia do covid-19. Outro artigo selecionado para este momento, “morcegos e covid-19: vilões ou vítimas?” traz a polêmica ocorrida no início da pandemia, a busca por um culpado e a consequência disto para os morcegos e o equilíbrio ecológico.

Por meio do artigo de Pereira, Bernard e Aguiar (2020) sobre morcegos e o covid-19 foi possível seguir para o próximo foco da apresentação, as *fakes news*. Para tratar deste tema as publicações de Souza (2020) intitulada de “A disseminação de fake news no caso do coronavírus (covid-19): uma análise discursiva” e o artigo de Dantas e Maia (2020) “Divulgação científica no combate às fake news em tempos de covid-19” puderam esclarecer aos participantes, que comunicação científica é compartilhar resultados dentro do próprio meio acadêmico, e divulgação científica é levar esse conhecimento para todos.

Nesse delineamento o ponto de chegada foi o assunto sobre mídias sociais, cuja reportagem do jornal digital Poder 360 (*online*), intitulada “Pela 1ª vez, rede social é mais citada que TV como fonte de notícia no Brasil” mostra a evolução das redes sociais, como fonte de informação entre os anos de 2013 e 2020. Estes dados foram extraídos do relatório *Reuters Digital News Report*, da agência de notícias britânica *Reuters*.

Outro ponto de destaque nesta reportagem é a informação obtida por meio de um ranking dos 10 países mais preocupados com *fake News*, em que o Brasil aparece em 1º lugar, onde 84% dos entrevistados afirmaram alta preocupação com notícias falsas. Neste aspecto Morin (2000, p.20) considera no *saber as cegueiras do conhecimento* que “a teoria da informação mostra que existe o risco do erro sob o efeito de perturbações aleatórias ou de ruídos (*noise*), em qualquer transmissão de informação, em qualquer comunicação de mensagem”. O Grupo G3 mostrou por meio do relatório que estes compreenderam o momento disposto até aqui, sobre a necessidade de se trabalhar uma comunicação virtual socialmente responsável.

Uma comunicação responsável ocorre especialmente quando há conhecimento sobre direitos e deveres. Por isso, durante o minicurso foi realizada uma abordagem breve sobre direitos autorais, visto que na produção dos infográficos seriam utilizados conteúdos já publicados de outros autores, que têm direito moral sobre suas obras. Por conseguinte, é

necessário que haja prudência na seleção e uso de imagens, textos e áudios. Para Morin (2000, p.108) no *saber a ética do gênero humano* “[...] é preciso proteger a diversidade de ideias e opiniões, bem como a diversidade de fontes de informação e de meios de informação (imprensa e mídia), para salvaguardar a vida democrática”.

Neste percurso houve um diálogo sobre o uso de materiais disponibilizados em alguns sites, que podem ser utilizados livremente, pois são de domínio público, para tratar do próximo assunto, a infografia. O conceito apresentado aos participantes diz que a “infografia é a arte de tornar claro tudo aquilo que é complexo” (Moraes, 2013, p.16), por meio de uma combinação complementar de linguagem verbal e não verbal, primando pela credibilidade das informações, com um texto objetivo e com correção ortogramatical, subdividido em itens simples e didático.

Ochs e Lima (2020) destacam a importância de contar histórias com dados, pois a cada dia as informações recebidas são mais visuais, dado que nessa pandemia muitas notícias que chegaram até as pessoas foram por meio de tabelas, gráficos, mapas, tanto estáticos como interativos, portanto diante desta realidade é necessário um novo tipo de letramento para decodificar as informações, por isso é necessário preparar os alunos para visualizar e produzir infografia de maneira crítica e assertiva, de forma que eles interroguem a informação e não apenas consumam conteúdo.

É importante humanizar os números, por exemplo, o número de mortes na pandemia, dependendo da forma que for tratado vira uma abstração, por isso é preciso humanizar os números, e tornar as informações acessíveis para engajar as pessoas e nesta perspectiva o infográfico tem um papel social de contar histórias, ou seja, oferecer contexto que gere empatia e são as falhas na representação do conteúdo, a exemplo de gráficos que enganam e manipulam a informação, que alimentam as *fake news* (Ochs & Lima, 2020).

No sentido de humanizar os números Weyne (2010, p.93) defende uma nova matemática pautada na religação e integração de conhecimentos voltada para a cidadania, com “uma visão mais pluralista, democrática e humanística”, dada a revolução que ocorre na mídia, que provoca mudanças na forma de socializar e de aprender. Essas mudanças demandam um constante desafio aos modelos matemáticos, que são representações simplificadas de uma determinada visão da realidade.

Essas mudanças demandam um constante desafio aos modelos matemáticos, considerados representações simplificadas de uma determinada visão da realidade. Os infográficos foram assumidos nessa investigação como modelos matemáticos, obtidos mediante processo de Modelagem Matemática. Os infográficos, portanto, representam uma oportunidade para se pensar em uma Modelagem inovadora que rompa com o pensar clássico, alinhada a ao novo mundo digital de modo a viabilizar o diálogo com a complexidade existente nas problemáticas do mundo contemporâneo.

Ressalta-se que as tecnologias digitais e a infografia estão permeadas do pensar matemático e de sua linguagem, porém os indivíduos da nova geração experienciam a matemática de diferentes formas, sobretudo, no processo de escolha de uma cor na paleta de cores

do *Canva design* para produção de *post* e *story* para as redes sociais; no uso da localização geográfica nos aparelhos celulares ao utilizar aplicativos de *delivery*. Portanto, o convite que Edgar Morin faz no que tange a reforma do pensamento não poderia ser tão plausível ao atual momento e nesse pensar convida-se ao leitor refinar sua mente e enxergar os infográficos desta pesquisa como modelos matemáticos, obtidos por um processo de Modelagem.

Para gerar o modelo desta pesquisa, os infográficos, adotou-se o processo de produção de um infográfico proposto por Carvalho e Aragão (2012), que em síntese aborda os seguintes pontos: propósito (Qual objetivo do infográfico? O que deseja transmitir ao leitor?), conteúdo informacional (quais informações são necessárias para realizar o objetivo?), recursos (avaliação de tempo para produzir, mídia, cores etc.), meios de produção (como será desenvolvido? Ilustração? Fotografia? *Softwares*?), usuários (para quem é destinado o infográfico?) e circunstâncias de uso (em qual mídia será vista, e como será vista a publicação?).

A etapa de produção do material passou pelo aprendizado do uso da ferramenta *Canva Design* sobre todos os seus recursos, porém diante do isolamento social a seleção do conteúdo das publicações feita por cada grupo para organizar no infográfico ocorreu por meio do recurso de compartilhamento *online*.

Destaca-se que neste primeiro ciclo os *saberes o conhecimento pertinente e ensinar a identidade terrena* percorreram toda a fase de reconhecimento e familiarização da problemática. As relações apresentadas no Quadro 1 sugerem que na modelagem *o conhecimento pertinente* deve considerar as associações entre particularidades e totalidades, para que o modelo gerado seja o mais próximo possível do objeto estudado.

Considera-se que os quatro elementos que este *saber* precisa para poder existir, nesta atividade está posto da seguinte forma: o contexto inicial, a pesquisa que envolve as marrecas; o global, a pandemia do covid-19; o multidimensional, a discussão do equilíbrio ambiental, que envolve múltiplas variáveis; e o complexo, a busca pela religação de *saberes*, por meio dos artigos e reportagem sobre desmatamento, coronavírus em aves silvestres, redes sociais e *fake News*, ao mostrar que tudo se liga a tudo, *saber a identidade terrena*.

No próximo tópico aborda-se o segundo ciclo, que consiste na produção, socialização dos infográficos e análise crítica. Ao fomentar o trabalho em grupo abre-se espaço para o exercício da compreensão e da solidariedade intelectual. O *saber ensinar a compreensão* percorreu toda a investigação, em especial no segundo ciclo, é percebido com mais ênfase durante o processo de modelagem, que gerou os modelos e na socialização com a contribuição dos participantes em todos os infográficos, para a melhoria do material, a fim de evitar equívocos na compreensão dos conteúdos.

Produção e socialização para análise crítica dos modelos e seus resultados

A etapa de produção ocorreu remotamente, por meio do recurso de compartilhamento disponível na própria ferramenta *Canva Design*, que possibilita que grupos de até dez pessoas trabalhem simultaneamente. Foi o momento que os estudantes leram os artigos e

selecionaram as informações, que seriam colocadas no infográfico. Isto, tendo como critério na organização, a escolha das cores, alinhamento do texto, formas, entre outros. A definição de infografia e os requisitos essenciais no processo de criação foram norteadores durante o processo de busca por informações, nos artigos e na organização do conteúdo mais relevante para representação no modelo.

Com o modelo pronto foi o momento de socializar com todos os participantes do minicurso, para verificar se o infográfico era aceitável, e não levaria o leitor a uma interpretação equivocada da informação. O modelo é uma representação simplificada de uma totalidade, do que consta no conteúdo de cada artigo. Na modelagem “as ideias e teorias não refletem, mas traduzem a realidade, que podem traduzir de maneira errônea. Nossa realidade não é outra senão nossa ideia de realidade”; entender a limitação da representação do modelo é convidar os modeladores a *enfrentar as incertezas*. (Morin, 2000, p.85).

No estudo de fenômenos complexos é necessário criar vários modelos em que “tudo comunica com tudo” (Morin, 2001, p.235), por meio das diversas maneiras que os elementos interagem durante as múltiplas trocas de informações. Neste processo “a criatividade sempre surge onde não é esperada, da união de disciplinas e de pontos de vista diversos” (Weyne, 2010, p.99). É nesse dinamismo que ocorre o diálogo e a rearticulação de saberes.

Nesta pesquisa, as atividades desenvolvidas com estudantes do ensino superior, na produção dos infográficos, não tiveram como foco trabalhar conteúdos de matemática, específico de uma determinada ementa disciplinar, tendo em vista o caráter transdisciplinar da teoria adotada e a essência do projeto. Contudo, a Matemática se fez presente durante o processo, como consequência da proposta de atividade de Modelagem Matemática, das mais diversas formas, como visto na sequência.

Modelos produzidos a partir das referências do Quadro 2

O infográfico da Figura 2A foi produzido pelo grupo G1, a partir da leitura do artigo de Pereira et al. (2014), que discorre sobre lesões cutâneas do tipo tumorais, associadas à varíola aviária, infecção causada pelo vírus do gênero *Avipoxvirus* (AVP) encontrado em uma marreca cabocla (*Dendrocygna autumnalis*), em Belém no estado do Pará.

Na apresentação os estudantes trouxeram informações acerca do tamanho dos nódulos encontrados, considerados pelos autores como “grandes”, cujas medidas de comprimento e largura foram: nódulo1: 4,2x3,8cm e nódulo2: 2,8x2,2cm, respectivamente. Destaca-se que nesse momento houve uma discussão, correlacionando as medidas tumorais ao tamanho de comprimento médio da ave, que é de 50cm, realizando um exercício matemático de comparação entre duas grandezas. Na Matemática, medir é comparar grandezas e estas necessitam estar na mesma unidade de medida, que neste caso é o centímetro.

No conteúdo selecionado para o infográfico notou-se que estes grupos priorizaram textos e desenhos, fato que ocorreu em todos os conjuntos. Tal escolha alinha-se ao pensar complexo, *ensinar a condição humana*, que ressalta a dualidade do ser humano, *empiricus* (empírico) e *imaginarius* (imaginário), ao apresentar de maneira simples dados complexos,

recorrendo às artes em um processo de aprendizagem denominado de comunicação (Morin, 2000; 2001). O grupo G1 destaca em seu relatório a importância desse processo de criação de infográficos, para proporcionar a interação entre sociedade e conteúdo científico.

A Figura 2B mostra o conteúdo do segundo artigo, que o grupo G1 organizou. Na apresentação foi relatada a realização de uma amostragem na Colômbia, com 33 aves, e destas 14 (42%) foram positivas para *Haemoproteus spp.* O artigo foi considerado por todos de difícil compreensão, por trazer muitos termos técnicos e em outro idioma, a língua inglesa.

Na primeira versão do infográfico havia um mapa da América do Sul e a porcentagem de 42% foi colocada em cima do polígono, que representava a Colômbia. No entanto, foram questionados pelos outros participantes, quanto ao objetivo de tornar o conteúdo acessível e a clareza das informações, considerando que nem todo público teria compreensão que a ideia de colocar o valor percentual na área que representa o país não estava com uma linguagem acessível a todos, podendo deixar dúvidas e interpretações errôneas. O grupo G1, vivenciou no processo de elaboração às *cegueiras do conhecimento: erro e ilusão* e aprendeu a *enfrentar às incertezas* na investigação realizada.

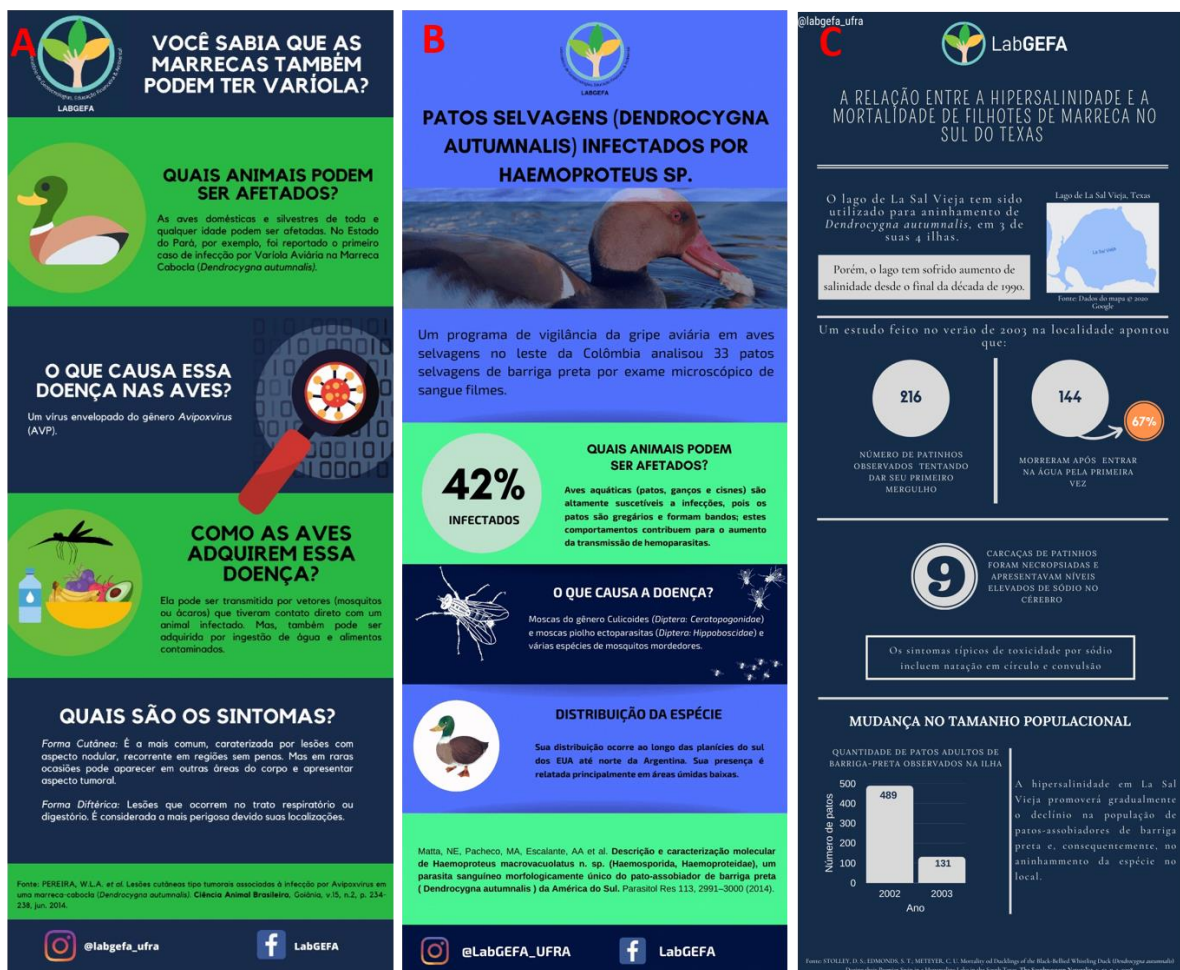


Figura 2: A, B, C - Infográficos banco de referências do projeto marrecas

Fonte: Labgefa (2020).

O grupo G2 fez a leitura do artigo de *Stolley, Edmonds e Meteyer* (2008) que investigaram a mortalidade de filhotes de marrecas/patos-assobiadores de barriga preta/*Dendrocygna autumnalis*, quando eles mergulhavam pela primeira vez em um lago hipersalino no sul do Texas, Figura 2C. Foi contabilizado 216 filhotes, e após o primeiro mergulho 144, equivalente a 67% (os estudantes colocaram essa porcentagem em destaque no modelo), morreram em minutos ou horas. Destes foram necropsiadas nove carcaças, para verificar o nível de sódio no cérebro medido em ppm (partes por milhão). Os valores foram os seguintes: 2680; 2700; 3540; 4600; 5370; 8830; 10140; 11110; 14100. Estiveram presentes conceitos de taxa de variação na mortalidade, na quantidade de sódio e no tamanho da população. Considerando-se valores aceitáveis até 2000ppm, a ideia de limite no valor aceitável para normalidade. Os sintomas comuns dessa intoxicação por sódio é o nado em círculo e a convulsão.

Outro ponto abordado no infográfico da Figura 2C foi quanto à mudança no tamanho populacional, que o grupo optou por mostrar esses valores, através de um gráfico, que informa que do período de 2002 a 2003 houve um declínio na população que passou de 489 indivíduos para 131. No contexto deste parágrafo explorou-se taxa de variação, conceito de função – mortalidade em função do tempo e a representação gráfica – plano cartesiano e pares ordenados.

Segundo os autores Camacho e Pimentel (2012), os fatores que podem estar contribuindo para a expansão da reprodução é a disponibilidade de oco de árvores próximas a afluentes de água doce, aumento da pluviosidade e temperatura. O grupo representou essas informações no modelo, com o auxílio de metáforas, por meio de ícones que “sugere ou evoca o seu objeto, ou seja, é um signo que fica no lugar de um objeto com o qual possui traços em comum” (Weyne, 2010, p.392).



Figura 3: A, B, C - Infográficos banco de referências sobre as Marrecas

Fonte: Labgefa (2020)

Em continuidade à apresentação dos modelos produzidos, o material da Figura 3B trata do conteúdo do artigo “Declínio da população de patos assobiadores aninhados no solo (*D. Autumnalis*) em ilhas no sul do Texas”, de Edmonds e Stolley (2008) e a 3C do artigo de Feekes (1991) intitulado “O pato assobiador de barriga preta no México - do uso tradicional para gestão sustentável?”.

O conteúdo selecionado mostra uma redução na população de marrecas de 71%, redução no número de ninhos observados de 78% e, conseqüentemente no número de ovos de 76%. Essas mudanças ocorreram em decorrência do aumento da salinidade na ilha, porque diminuiu a precipitação na região. O artigo apresentado trouxe dados numéricos organizados em três tabelas, porém notou-se que os estudantes ficaram pouco à vontade em discutir esses valores, fato que pode ser associado à dificuldade de ler e interpretar números, ausência de *materacia*.

D’Ambrosio (1999) utiliza o termo *materacia* para descrever um conjunto de capacidades essenciais para o exercício da cidadania. Assim, é necessário que os estudantes sejam capazes de tirar conclusões, a partir dos resultados dos cálculos, fazer inferências e propor hipóteses, sendo a *materacia* um instrumento intelectual para uma visão crítica do

mundo. Skovsmose (2014, p.106) adotou o termo *matemacia* para denominar como o “modo de ler o mundo por meio de números e gráficos”, para emancipação cultural e social. Ambos os autores inspiraram-se no termo literacia proposto por Paulo Freire.

O conteúdo da Figura 3C informa que foi realizado um estudo no México, para colocar em questão a possibilidade de manejo sustentável da marreca, tendo em vista que esta ação poderia estimular um interesse maior na conservação da espécie, já que com as queimadas e limpezas de áreas muitos ninhos eram descobertos e animais abatidos. Foi considerado adaptar os ninhos, através de uma caixa-ninho, em cooperação com os agricultores em um experimento piloto. A caixa poderia servir como refúgio para aves e para ações de conscientização, via educação ambiental. O conteúdo do infográfico foi finalizado com um destaque que no Brasil o manejo de animais silvestres é proibido desde 1967.

O trabalho desenvolvido por Feekes (1991), apresentado na Figura 3C, possibilita fazer um paralelo com as marrecas de Tracuateua, Pará. Visto que nesta região há uma grande pressão antrópica, ocorrendo uma caça conhecida em âmbito local, como pesca de marrecas. Atividade proibida por lei, porém fortemente praticada nessa região há mais de 30 anos, conforme é detalhado no artigo de Rodrigues e Schmitz (2017). Para essa questão, uma alternativa para resolver o conflito seria o manejo sustentável. Desta forma o artigo torna-se bastante relevante para o estudo desta problemática. Ressalta-se que para realizar manejo de fauna silvestre é estritamente necessário um amplo estudo, e não cabe nesse artigo afirmar que seria a melhor opção para a região. No entanto, nos diálogos traçados a partir das literaturas estudadas pode-se apontar que esta é uma lacuna que deve ser explorada em outros estudos.

O grupo G3 trabalhou com duas questões antagônicas e complementares. A primeira, sobre o declínio da população de marrecas e a segunda sobre gestão sustentável. As pesquisas foram realizadas em diferentes regiões, porém com uma questão em comum, que são as problemáticas que envolvem as marrecas. Diante dos fatos resgata-se o que Morin (2000) afirma que somos seres planetários, *ensinar a identidade terrena*, e o *conhecimento* deve ser *pertinente* para salvar a biosfera e proteger a diversidade, *a ética do gênero humano*.

O grupo G4, trabalhou conteúdos de um artigo referente à flora bacteriana coletada em uma amostra, e outro sobre o conflito socioambiental envolvendo caça de marrecas. Na Figura 4A o conteúdo foi elaborado a partir do artigo de Aguirre, Quan, Cook e McLean (1992), cujo objetivo foi verificar a prevalência de enterobactérias em marrecas, em um local de nidificação no México. Local onde foram coletadas 110 amostras, utilizando um cotonete inserido na cloaca, cujos resultados mostraram a presença de 29 tipos de bactérias. Entre estes a *E.coli* é a espécie mais comum, considerada normal na flora de muitas espécies aviárias (bioindicador de qualidade da água), *V.cholerae* (causadora da cólera), *Yersinia spp.* até então nunca foi relatada em aves aquáticas (causa infecções em humanos) e a *Salmonella spp.*, considerada incomum em aves aquáticas.

Na conclusão, o estudo sugere que as marrecas podem servir como reservatórios para várias bactérias patogênicas, sendo necessário estudos adicionais sobre as implicações desses patógenos para os animais silvestres, domésticos e humanos.



Figura 4: A e B - Infográfico banco de referências do projeto Marrecas, Grupo 4
Fonte: Labgefa (2020).

Observou-se que o modelo produzido pelo grupo sintetizou bastante o conteúdo, ressaltando as quatro bactérias encontradas, que são incomuns para aves aquáticas. Esse estudo levanta uma inquietação acerca do próximo artigo que será apresentado, visto o consumo da espécie na alimentação e o convívio como mascote.

O último artigo trabalhado nesta atividade referente aos selecionados sobre as Marrecas é o trabalho mais recente e o único encontrado até o momento, que trata especificamente do conflito socioambiental da pesca de marrecas, que ocorre em Tracuateua-PA.

A proposta do grupo G4 foi criar uma infografia no formato de histórias em quadrinhos, a partir das principais informações extraídas do artigo de Rodrigues e Schmitz (2017). Os autores do artigo relatam que a motivação inicial foi a reclamação de alguns moradores, durante uma oficina sobre esse conflito socioambiental na região, ademais a atividade é conhecida como “pesca de marrecas”, porque a armadilha utilizada é

confeccionada com estacas e redes, semelhantes às redes utilizadas na pesca tradicional, e a isca usada é uma marreca mansa, pois seu canto atrai bandos da mesma espécie e nessa armadilha são capturados bandos inteiros ou parte deles.

Os estudantes deram destaque no quadrinho, que é uma prática proibida por lei. A Lei é a de nº 5.197 de 3 de janeiro de 1967 (*Lei 5.197, 1967*), que dispõe sobre proteção à fauna e dá outras providências. Como fechamento das informações dispostas no modelo produzido pelo grupo, é o desenho que representa o grupo LabGEFA, onde a informação é que inspirados no artigo o grupo foi estudar a prática. Porém, ressalta-se que o artigo trata-se de uma inspiração a partir de uma publicação, pois a motivação inicial veio das visitas de campo durante a participação nas reuniões da Associação dos Usuários da Reserva Extrativista Marinha de Tracuateua (AUREMAT).

Modelos produzidos com as referências do Quadro 3

Após a socialização dos modelos elaborados, a partir da revisão de literatura sobre as Marrecas, foi o momento de socializar os infográficos referentes aos artigos e reportagem apresentados no Quadro 3. O diferencial nesta elaboração é que os quatro grupos elaboraram modelos a partir das mesmas referências. No que concerne à afirmativa de que a cada vez que o infográfico é revisitado um novo modelo pode surgir, pode ser comprovado nos produtos que tiveram temática comum a todos os grupos.

A Figura 5ABCD apresenta os infográficos criados, com base em uma reportagem sobre o desmatamento na Amazônia, cujos dados foram disponibilizados pelo INPE. Ao selecionar esse artigo de jornal o intuito foi de provocar reflexões em relação às questões ambientais e estabelecer as possíveis ligações com a pandemia do covid-19.

O grupo G1 foi buscar as informações dispostas na reportagem do jornal digital Folha do Bico, no site do INPE e trouxe um mapa mostrando os estados da Amazônia legal, com suas respectivas taxas de desmatamento em 2019. Utilizaram barras para representar o aumento ocorrido de 2017 a 2019, em comparação com 2019 a 2020, porém houve equívocos na interpretação dos dados contidos na reportagem e, a princípio afirmaram que a variação era de 2017 a 2018 em comparação com 2019 a 2020.

Se assim fosse, o aumento do primeiro período teria sido maior, já que representava um valor de 50%. Além disso há um contexto político nesta questão, visto que nesse período o país tinha outro governo. Então uma informação errônea envolve todo um contexto que vai além daquele valor numérico representando desmatamento.

O mesmo equívoco aconteceu com o grupo G3, porém na Figura 5A consta o modelo corrigido e a Figura 5C o modelo sem correção que só foi detectado durante essa análise dos resultados, o que remete ao saber *às cegueiras do conhecimento*.

Na Figura 5B os estudantes apresentaram uma relação interessante de proporção, ao comparar a área de 9,2 mil km², que foram derrubados, equivalente a uma área nove vezes o tamanho do município de Castanhal-PA. *Os princípios do conhecimento pertinente* fazendo associações entre particularidades e totalidades, para que o modelo se torne mais

compreensível. Ressaltaram que 99% desse desmatamento ocorreu de forma ilegal, feito sem autorização ou dentro de áreas proibidas, como unidades de conservação. Ao final do modelo este grupo lança um questionamento que consta no artigo: “2020/2021 qual será o tamanho do estrago?”

O modelo da Figura 5D do grupo G4 trouxe informações mais textuais com auxílio de desenhos. Dentre essas, a informação de que o desmatamento é a maior fonte de emissão de gases. As irregularidades no desmatamento geralmente estão associadas à grilagem, garimpo e ao agronegócio. Além disso, deram foco ao estudo da *Science*, que concluiu que 2% das propriedades rurais causam 60% do desmatamento, que ocorre na Amazônia e no Cerrado. Todos os grupos colocaram em evidência o aumento de 34% nos últimos doze meses (agosto de 2019 – julho de 2020).

Os polígonos que formam o mapa da Figura 5A é uma representação matemática da área em km², sendo possível a conversão para outras unidades de medida de distância, da Amazônia legal. O pensar matemático permeando o processo de produção do modelo, para que isto seja visualizado pelos estudantes é necessário ensinar o *conhecimento pertinente*.

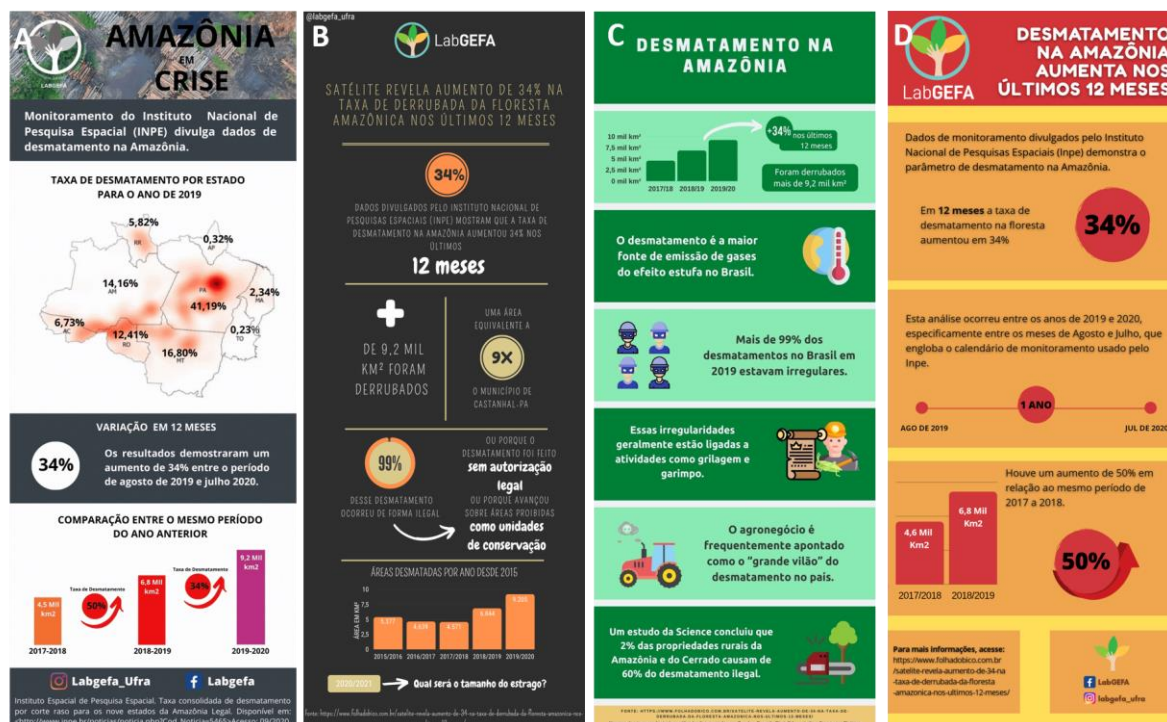


Figura 5: A, B, C e D - Infográficos do desmatamento na Amazônia

Fonte: Labgefa (2020).

Nas Figuras 10ABCD constam os infográficos elaborados a partir da reportagem “morcegos e covid-19: vilões ou vítimas?”. O artigo tem conteúdo textual e os estudantes optaram por elaborar infográficos que conjugam texto e imagem em uma estrutura de questionamento, instigando a curiosidade e compreensão da temática.

No início da pandemia do covid-19 os morcegos foram apontados como responsáveis pela origem da doença, por isso os animais foram atacados e seus abrigos destruídos ao redor

do mundo. Todavia, Pereira, Bernard e Aguiar (2020) afirmam que não há estudo que comprove essa relação. Os morcegos oferecem serviços ecossistêmicos muito importantes para o equilíbrio da natureza, como polinização das plantas, dispersão de sementes e controle da população de insetos.

Discutir esse artigo com os participantes foi muito interessante, em razão do seu contexto atual e a ligação com as *fake news*, pois nota-se o quanto uma notícia falsa pode ser prejudicial a qualquer ser vivo. Como pôde ser visto e comprovado na perseguição que se instalou às populações de morcegos. Com este e outros exemplos deve-se ter cuidado quanto ao estudo com as marrecas, diante dos artigos que mostram os parasitas, vírus e bactérias que foram encontrados nestas aves. Assim também como de que forma trabalhar essa informação, para que elas não se tornem vilãs, como aconteceu com os morcegos, e a pressão antrópica aumente ainda mais.

Por isso, deve-se considerar às *cegueiras do conhecimento: erros e ilusões*, porque no processo e no produto da modelagem os erros são possíveis devido às influências da subjetividade. Para Fumaroli (2001) comunicar não é o bastante, porque é “preciso ter consciência da forma do discurso e de suas consequências sobre quem o recebe”.



Figura 6: A, B, C e D - Infográficos dos morcegos X covid-19

Fonte: Labgefa (2020).

Nas Figuras 7ABCD constam os infográficos elaborados a partir do artigo Coronavírus e as aves silvestres no Brasil, de Barbosa et al. (2019). O grupo G3, Figura 7C iniciou a composição do conteúdo do seu modelo, com as informações de que a família de coronavírus é dividida em quatro grupos: *alpha*, *beta*, *gama* e *delta*.

Em síntese, mesclando as informações que foram selecionadas pelos grupos, os modelos informam que foi realizado um estudo em cinco regiões no Brasil, no período de 2006 a 2013, com um total de 746 amostras. Destas, seis foram positivas para o gamacoronavírus e o deltacoronavírus nos estados de São Paulo, no Parque Ibirapuera, onde convivem várias espécies de animais selvagens em contato com visitantes e *pets*, e Rio Grande do Sul, no Parque Nacional Lagoa do Peixe, localizado próximo a diversas granjas. Ressaltaram que os vírus encontrados nas aves são de gênero diferentes do causador da pandemia, o covid-19, que é do grupo betacoronavírus.

Cada grupo fez diferentes representações para o mesmo conteúdo disponibilizado. Esse processo de liberdade na elaboração de modelos atrelada à arte visual e mais o apelo aos jovens deste século, que são as redes sociais, formaram um conjunto, que permitiu que se envolvessem, deixando a criatividade agir.

Na Figura 7A do grupo G1, destacaram duas informações que não foram ressaltadas nos outros grupos. A primeira traz a informação de que o Brasil apresenta 18% da diversidade das espécies de aves globais. No entanto, os estudos sobre a presença de doenças virais são escassos. A segunda, sobre o risco às granjas avícolas e à saúde pública no Brasil, diante dessa presença próxima das aves silvestres portadoras de vírus. Neste aspecto, relembra-se que quanto mais o ser humano destrói a natureza, a exemplo do desmatamento, os animais são obrigados a sair de seus *habitat* e se aproximar das áreas urbanizadas.

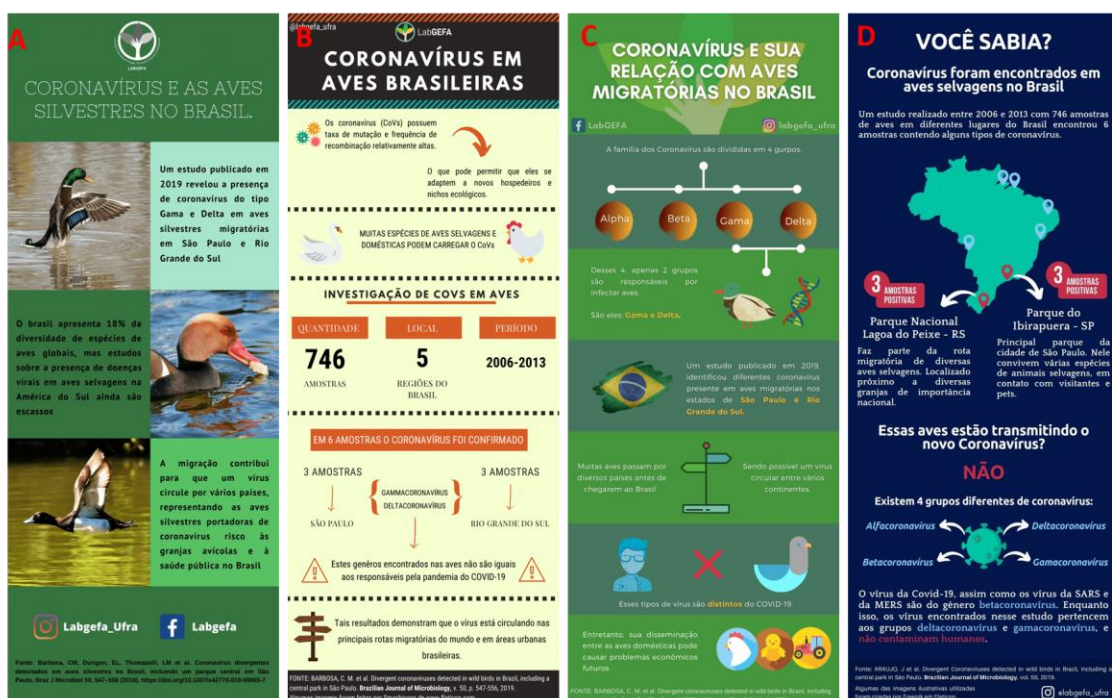


Figura 7: A, B, C e D - Infográficos do coronavírus divergentes

Fonte: Labgefa (2020).

Ao final dos relatórios observou-se que nas conclusões os estudantes expuseram algumas dificuldades encontradas durante a realização das atividades, como as limitações no *Canva*, quanto à disponibilidade de materiais. Porém, alguns grupos buscaram outras fontes,

enfrentar as incertezas, e compartilharam suas descobertas com os colegas, ensinar a compreensão.

O minicurso foi finalizado com a socialização e validação de todos os modelos produzidos. No que tange aos aspectos numéricos, os estudantes do G1 consideraram que a experiência pode potencializar a comunicação. Tal fato remete ao *trivium literacia, materacia e tecnocracia*, proposto por D'Ambrosio (1999), pois as atividades descritas fizeram o exercício de fazer essa leitura e interpretação nos textos, nas representações numéricas e no uso da tecnologia.

Durante as atividades se demonstrou como a visualização de dados por meio de representações gráficas, estatísticas ou interativas, da união entre a imagem e o texto, podem melhorar a comunicação de um assunto específico. (Relatório-G1)

Um fato que chamou a atenção durante o período da atividade, foi sobre o uso das cores padrão do LabGEFA, por meio de valores numéricos. A logomarca do grupo tem uma paleta de cores padrão, associadas às cores da logo e durante a preparação dos infográficos os estudantes fizeram a localização das cores, por meio de números para usar exatamente o tom da paleta. Implicitamente a noção de número e a associação de elementos estiveram presentes nesse processo.

Diante das questões apresentadas e discutidas nessa abordagem multitemática, isto é uma discussão dentre diferentes temas que encontram-se articulados, sob o olhar dos saberes da complexidade em atividades de Modelagem Matemática, recorda-se que os autores Meyer, Caldeira e Malheiros (2011) consideram que as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) abrem novas possibilidades para a Modelagem que é datada, dinâmica, dialógica e diversa, o que contribui para a leitura de mundo e o enfrentamento dos desafios, pois ela não é o caminho para as certezas, verdades absolutas, mas é agregadora no sentido de reunir pessoas para realizar as próprias descobertas.

Considerações finais

A Modelagem abordada neste artigo segue uma perspectiva transdisciplinar, cuja característica principal é transpor as fronteiras do conhecimento e ir além da fragmentação disciplinar das especializações. Neste caso podemos questionar: o que é uma Modelagem Matemática? É quando representamos a realidade com números, símbolos matemáticos, gráficos, entre outros, mas se existe Matemáticas por que não pode existir Modelagens Matemáticas, ou seja, abordagens transfronteiriças?

Barbosa (2019) afirma que há diversas matemáticas, porque os saberes e fazeres matemáticos existem no plural, e vão além dos que circulam no meio acadêmico e escolar. Na constituição de um infográfico, a própria dimensão, no caso do modelo apresentado na plataforma do Canva 800 pixels x 2000 pixels, remete a um pensar matemático, porque é necessário considerar o espaço disponível para organizar o conteúdo, e o pixel é uma unidade de medida da imagem.

Nessa vivência, os estudantes não foram convidados a modelar uma situação matemática, mas sim convidados a dialogar sobre problemáticas locais e globais. Inclusive, ir além, dando contribuições à sociedade, no sentido de tornar o conhecimento científico que fica restrito a um determinado público, tornar-se um conhecimento acessível por meio das redes sociais.

A matemática que envolve números e símbolos de forma explícita surgiu a partir dos dados apresentados em cada publicação/produção. Notou-se em alguns uma capacidade natural de ir para representações numéricas, gráficos e porcentagens, enquanto outros se limitaram à representação informacional por meio de palavras. Face a isso, explica-se que a subjetividade está ligada à formação e vivências de cada estudante e da interação destes no grupo.

As experiências de vida escolares, acadêmicas e pessoais são constituidoras da formação desse indivíduo, e convidar o participante em uma atividade de modelagem a fazer Modelagem Matemática, é fazer um recorte dessa subjetividade. Desta maneira, os resultados limitam-se a uma ou algumas áreas, havendo uma contradição com o pensar complexo transdisciplinar.

Não delimitar é também assumir um risco em que o pesquisador não tem controle do que irá encontrar ao final, e de como o resultado será aplicado em sua investigação. Esse seguir livremente é uma aventura, que permite viver um misto de entusiasmo, ansiedade e receio em relação aos resultados, porém tudo isso proporciona o desenvolvimento de uma característica essencial em um ambiente de pesquisa necessário para o século XXI, que é a criatividade.

Referências

- Aguirre, A. A., Quan, T. J., Cook, R. S., & McLean, R. G. (1992). Cloacal Flora Isolated from Wild Black-Bellied Whistling Ducks (*Dendrocygna autumnalis*) in Laguna la Nacha, Mexico. *Avian Diseases*, 36, 459-462. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/1591530?seq=1#metadata_info_tab_contents.
- Agrela, L. (2020). Desmatamento da Amazônia pode favorecer surgimento da próxima pandemia. Disponível em: <https://exame.com/ciencia/desmatamento-da-amazonia-pode-favorecer-surgimento-da-proxima-pandemia/>.
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. Tradução: Luís Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70.
- Barbosa, C. M., Durigon, E. L., Thomazelli, L. M., Ometto, T., Marcatti, R., Nardi, M. S., de Aguiar, D. M., Pinho, J. B., Petry, M. V., Neto, I. S., Serafini, P., Rodrigues, R. C., de Azevedo Junior, S. M., Goes, L. G. B., & de Araujo, J. (2019). Divergent coronaviruses detected in wild birds in Brazil, including a central park in São Paulo. *Brazilian Journal of Microbiology*, 50(2), 547-556. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42770-019-00065-7>.
- Barbosa, J. C. (2019). *Existem outras matemáticas?* Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/17149/etnomatematica-existem-outras-matematicas>.

- Bassanezi, R. C. (2012). *Temas e modelos*. Campinas: Edição do autor UFABC.
- Camacho, I., & Pimentel, L. M. S. (2012). Registros reprodutivos da asa-branca, *Dendrocygna autumnalis*, no estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Atualidades Ornitológicas*, 169, 6-8.
- Carvalho, J., & Aragão, I. (2012). Infografia: conceito e prática. *InfoDesign-Revista Brasileira de Design da Informação*, 9(3), 160-177.
- Dantas, L. F. S., & Deccache-Maia, E. (2020). Divulgação Científica no combate às Fake News em tempos de Covid-19. *Research, Society and Development*, 9(7): 1-18, e797974776. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4776>.
- D'ambrosio, U. (1986). *Da realidade à ação — reflexões sobre educação e matemática*. São Paulo, SUMMUS/Unicamp.
- D'ambrosio, U. (1999). Literacy, matheracy, and technocracy: A trivium for today. *Mathematical thinking and learning*, 1(2), 131-153.
- D'ambrosio, U. (2018). Etnomatemática, justiça social e sustentabilidade. *Estud. av.*, São Paulo, 32(94), 189-204.
- Edmonds, S. T., & Stolley, D. S. (2008). Population Decline of Ground-Nesting Black-Bellied Whistling Ducks (*Dendrocygna autumnalis*) on Islands in Southern Texas. *The Southwestern Naturalist*, 53(2), 185-189.
- Feekes, F. (1991). The Black-bellied Whistling Duck in Mexico: from Traditional Use to Sustainable Management? *Biological Conservation*, 56, 123-131.
- Fumaroli, M. A. (2001). literatura: preparação para tornar-se pessoa. In MORIN, Edgar. *A religião dos saberes*. O desafio do século XXI. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil.
- Labgefa (2020). *Infográficos estáticos*. Disponível em: <https://www.facebook.com/labgefa>.
- Lei n° 5.197, de 3 de janeiro de 1967.(1967). Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Recuperado de: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/15197.htm.
- Levy, L. F.; Espírito Santo, A. O. (2011). Modelagem matemática no ensino, complexidade e saberes necessários à educação do futuro. *Zetetike*, 19 (35), 165-177. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646649/13551>.
- Levy, L. F. (2018). O cotidiano, o científico e a Modelagem Matemática: relações complexas. *Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática*, 11(2), 172-177.
- Matta, N. E. et al. (2014). Description and molecular characterization of *Haemoproteus macrovacuolatus* n. sp. (Haemosporida, Haemoproteidae), a morphologically unique blood parasite of black-bellied whistling duck (*Dendrocygna autumnalis*) from South America. *Revista Parasitologia*, 113, 2991-3000.
- Meyer, J. F. C. A.; Caldeira, A. D.; Malheiros A. P. S. (2011). *Modelagem em Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica.
- Moraes, A. et al. (2013). *Infografia: história e projeto*. São Paulo: Blucher.
- Morin, E. (2000). *Os setes saberes necessários à educação do futuro*. Tradução de Catarina Eleonora F. Silva e Jeanne Sawaya. São Paulo: Cortez.

- Morin, E. Jornadas Temáticas. (2001). *A religação dos saberes*. O desafio do século XXI. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil.
- Morin, E. (2020). *É hora de mudarmos de via: as lições do coronavírus*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Ochs, M., & Lima, R. C. (2020). *Como usar dados e infografia a favor da aprendizagem?* YouTube Canal EducaMídia. Vídeo (49m27s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=PIf1kS14F98>.
- Pena-Vega, A. (2005). *O despertar ecológico: Edgar Morin e a ecologia complexa*. Tradução: Renato Carvalheira do Nascimento e Elimar Pinheiro do Nascimento. Rio de Janeiro: Garamond.
- Pereira, W. L. A. et al. (2014). Lesões cutâneas tipo tumorais associadas à infecção por *Avipoxvirus* em uma marreca-cabocla (*Dendrocygna autumnalis*). *Cien. Anim. Bras.*, 15(2), 234-238.
- Pereira, M. J. R., Bernard, E., & Aguiar, L. M. S. (2020). Bats and COVID-19: villains or victima? *Biota neotropica*, 20, 1-4. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/bn/v20n3/1676-0611-bn-20-03-e20201055.pdf>.
- Poder 360. (2020). *Pela 1ª vez, rede social é mais citada que TV como fonte de notícia no Brasil*. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/midia/pela-1a-vez-rede-social-e-mais-citada-que-tv-como-fonte-de-noticia-no-brasil/>.
- Poupart, J., Deslauriers, J., Groulx, L., Laperrière, A., Mayer, R. & Pires, Á. (2014). *A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos*. Tradução de Ana Cristina Arantes Nasser. 4. ed. Petrópolis: Vozes.
- Rodrigues, M. R., & Schmitz, H. (2017). Conflito social: o caso da “pesca de marrecas” na reserva extrativista marinha de Tracuateua. *Amazôn., Rev. Antropol. (Online)*, 9(1), 132 - 154.
- Santos, N. T., Braga, R. M., & Espírito Santo, A. O. (2020). Tecitura entre Modelagem Matemática e saberes da complexidade na temática ambientação no manguezal. *Educação Matemática Pesquisa*, 22, 250 - 284. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2020v22i3p250-284>.
- Satélite revela aumento de 34% na taxa de derrubada da floresta amazônica nos últimos 12 meses*. (2020). Folha do Bico. Disponível em: <https://www.folhadobico.com.br/satelite-revela-aumento-de-34-na-taxa-de-derrubada-da-floresta-amazonica-nos-ultimos-12-meses/>.
- Skovsmose, O. (2014). *Um convite à Educação Matemática Crítica*. Campinas: Papirus.
- Stolley, D. S., Edmonds, S. T., & Meteyer, C. U. (2008). Mortality of Ducklings of the Black-Bellied Whistling Duck (*Dendrocygna autumnalis*) During Their Premier Swim in a Hypersaline Lake in South Texas. *The Southwestern Naturalist*, 53(2), 230-235.
- Souza, N. I. S. (2020). A disseminação de fake news no caso do coronavírus (COVID-19): uma análise discursiva. *Revista Memento*, 11(1), 1-20.
- Weyne, G. R. S. (2010). Reflexões sobre os conceitos e as aplicações da educação matemática crítica e da matemática humanística. *Acta Scientiae*, 12(2), 92-105.