

Construindo Capacidade: Dados, Informações e Conhecimentos na Construção e Partilha do Saber

Lesandro Ponciano¹

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

20 de novembro de 2024

Descrição da Apresentação²

Quando se busca a construção da capacidade de condução de pesquisas em ciência cidadã, as dimensões de dados, informações e conhecimentos são essenciais. São essas dimensões que respaldam a análise da “construção e partilha do saber”, que são centrais no que chamamos de ciência cidadã [1]. Para analisar essas dimensões de modo sólido, é preciso estabelecer pontos comuns acerca de outras questões subjacentes. Proponho os seguintes questionamentos: “Ciência cidadã para quem?”, “Quais tipos de dados são utilizados por cientistas e participantes?”, “O que é alfabetização de dados e qual sua importância?”, “Qual o papel das plataformas digitais e softwares na coleta e análise de dados?”, “Como analisar, visualizar e gerenciar dados complexos?” e “Quais são os benefícios e perspectivas em ciência cidadã?”. Não há aqui a ambição de prover respostas exaustivas ou definitivas a essas questões, mas sim o propósito de contextualizá-las a partir de situações práticas.

A ciência cidadã como uma ciência participativa

A ciência é compreendida atualmente por dois pilares inter-relacionados: o método científico e o conhecimento científico. O *método científico* é o processo por meio do qual se obtém o conhecimento científico. Esse método é empírico. Ele trata da observação da realidade, elaboração de hipóteses ou modelos para explicá-la, realizar uma previsão concreta e o teste experimental para que a explicação e previsão seja confrontada com a realidade. Os resultados desse processo iterativo permitem construir e consolidar o conhecimento científico. O *conhecimento científico* é um conjunto de descobertas realizadas a partir do método científico. Esse conhecimento é comunicado a partir, por exemplo, de artigos científicos e teses. O conhecimento científico permite, entre outros benefícios, melhorias na saúde, bem-estar, aumento de eficiência e sucesso econômico-financeiro.

Dois expoentes da tradição latino-americana que se debruçaram sobre essas questões da participação popular em ciência são Paulo Freire (1921-1997) e Orlando Fals Borda (1925-2008) [2]. O educador brasileiro Paulo Freire propõe o seguinte questionamento: “*A quem sirvo com a minha ciência?*” É uma análise profunda: quem se beneficia? Não é raro que a resposta a essa pergunta aponte para os mais privilegiados da sociedade. O sociólogo colombiano Orlando Fals Borda enfatiza as formas de saber: “*reconhecimento da ciência popular como algo válido*”. O conhecimento popular, construído de modo informal e transmitido de forma oral, também é válido. Ele é essencialmente voltado para as pessoas, atende às suas necessidades e serve aos seus propósitos. Neste momento histórico de grandes desafios como as mudanças climáticas, é preciso se voltar para as pessoas e às suas necessidades e desafios. Os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável [3] servem bem como referência desses desafios. Observa-se que uma parte da população escolhe não olhar para os problemas e deseja manter privilégios e uma outra parte da população foca em ações para desafios. Quando temos uma agenda tão desafiadora é preciso somar saberes e convergir esforços em uma perspectiva social e não individual. É preciso convergir ações em direção aos pontos de necessidade. É preciso uma ciência que sirva a todos.

¹ Contato: lesandro.ponciano@gmail.com | 0000-0002-5724-0094

² Descrição da apresentação na Master Class de ciência cidadã da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) das Organizações das Nações Unidas (ONU) e Association of European Research Libraries (LIBER) em 20/11/2024.

Como componente das ciências participativas, a ciência cidadã contribui para a construção e partilha do saber. Por meio de uma cooperação entre cientistas profissionais e pessoas interessadas, ela busca conciliar o interesse das pessoas com os objetivos da ciência. Isso inclui a participação das pessoas em todas as etapas do método científico. Essa participação é particularmente importante para compreender problemas e identificar soluções colaborativamente. Nesse modelo, tem-se a participação da comunidade na análise da própria realidade. Então, é uma ciência que serve a todos, incluindo a própria comunidade.

Sobre a participação da comunidade na análise da própria realidade, considere o seguinte exemplo. Conversando com um estudante que mora em uma área de risco de deslizamento de terra durante período chuvoso, ele relatou a percepção sobre o quanto as pessoas compreendem a realidade da sua comunidade. Ele me disse: aqui sempre vem várias pessoas dizendo “conhecemos a vida de vocês e vamos ajudar a superar isso”. E acrescentou: eles não entendem nada, não sabem o que é passar a noite toda acordado com medo de que o barranco caia sobre nossa cabeça, para saber isso, tem que viver isso. Esse exemplo nos ajuda a entender o quanto uma visão externa pode ser percebida como estranha pela comunidade. É preciso que quem vive a realidade seja parte da análise de tal realidade. A partir do conhecimento da realidade, essa comunidade pode definir qual seria a ação transformadora.

A ciência cidadã em sua interseção com a ciência comunitária se dá na comunidade. Tanto a análise da realidade como a ação transformadora se dão na comunidade. Refiro-me particularmente às comunidades urbanas e rurais, aos grupos étnicos tradicionais, os indígenas e os quilombolas. A participação também é ação de educação de qualidade, que é a oportunidade de aprendizagem ao longo de toda a vida. Refiro-me à aprendizagem da comunidade, mas também à aprendizagem do cientista e de toda a sociedade. A aprendizagem para a ação e a transformação da realidade.

A data de hoje, 20 de novembro, no Brasil, é guardada pela primeira vez na história como um feriado nacional, o “Dia Nacional de Zumbi e da Consciência Negra” (Lei Nº 14.759, de 21 de dezembro de 2023). Trata-se uma homenagem à memória de um dos maiores líderes da resistência negra contra a escravidão no Brasil chamado Zumbi dos Palmares. Ele liderava uma comunidade de pessoas que se rebelaram contra a escravidão. Parafraseando Orlando Fals Borda, faz sentido perguntar: “Quais conhecimentos populares eles preservavam?”. Parafraseando Paulo Freire, faz sentido questionar “A quem serviam os pesquisadores da época da escravidão: aos escravizadores ou aos escravizados?”.

Dos dados à sabedoria: investigação, educação e ação

A participação popular em ciência tem um compromisso com uma leitura compartilhada da realidade. Trata-se de uma abordagem de três âncoras Investigação-Educação-Ação [2]. A investigação é o exercício do método científico para desenvolver novas hipóteses e modelos da realidade. A educação é a compreensão desse processo e de seus resultados. Por fim, a ação é o agir diante de uma realidade cuja investigação indica a necessidade de intervenção. Esse processo requer a articulação de diversos saberes que incluem a alfabetização de dados, científica, digital em inteligência artificial e social. Cada alfabetização é essencial para que a ação seja resultado de um diagnóstico preciso da realidade. Por exemplo, objetivos atuais como “ação contra a mudança global do clima” da agenda 2030 [3] requerem a compreensão das mudanças climáticas, do aquecimento global e do papel humano nesse aquecimento. Somente a partir disso é possível esboçar uma forma de comunicação e cooperação entre as pessoas na busca de soluções de curto e longo prazo [4].

O engajamento em ciência cidadã pode possibilitar a alfabetização no processo de tomada de decisão baseada em evidências. Seis etapas são parte desse processo de alfabetização: pergunte, obtenha, avalie, agregue, aplique e meça [5]. Ele preconiza que se “pergunte” para diagnosticar problemas e identificar necessidade de informação, “obtenha” as evidências relevantes, “avalie” a confiabilidade de tais evidências, “agregue” informações de diferentes fontes, “aplique” intervenções e se “meça” os seus resultados. Esse processo permite desde a elucidação do problema até a avaliação da ação. É um processo transparente e baseado em evidências. Ele é empírico e orientado à prática. É relevante aos cientistas e aos participantes.

Competências de alfabetização de dados são essenciais para que cientistas e cidadãos possam construir conhecimento novo em uma cooperação que traga soluções e não conflitos. A competência de “conhecimento dos dados” envolve a compreensão de sua relevância, origem, forma de coleta e propósito. A competência de “compreensão e análise estatística” inclui o domínio de técnicas de amostragem, análise de significância, agregação e sumarização. Por fim, a competência de “comunicação e argumentação” inclui o conhecimento de forma de exibição, confidencialidade e comunicação de incertezas. São competências essenciais ao cientista e aos participantes na análise da realidade e proposta de intervenção.

Todas as etapas do ciclo de vida de análise de dados requerem cuidado. Atenção especial deve ser dada à soberania de dados, que é muitas vezes negligenciada. Consideremos as seguintes duas situações. Em 2015, foi repatriado para o Brasil o sangue de indígenas Yanomami que foi coletado sem autorização entre os anos 1960 e 1970 [6]. Além da coleta não ter sido autorizada, há uma questão de contexto que precisa ser considerada. O povo Yanomami faz a cremação dos membros da tribo quando morrem. A cremação significa voltar às origens e descansar. Para eles, a existência desse sangue era como se as pessoas não tivessem descansado. Um pesquisador, ao coletar um dado como esse, não pode ignorar o seu contexto. Consideremos o segundo caso. O crânio de um dinossauro que viveu no Brasil foi contrabandeado nos anos 1990, desrespeitando a lei brasileira. Um estudo foi publicado por estrangeiros em 2023 usando esse fóssil [7]. Após a repercussão, o artigo foi removido. Não se pode utilizar um dado como esse sem levar em conta o seu contexto e sua história.

É necessário cuidado em todas as etapas que envolvem dados. A etapa de “encontrar e/ou obter” dados requer identificar fontes de dados, formas de acesso a essas fontes, escolher entre fontes. A etapa de “entender” dados requer análise de o que é o dado, sua origem, formato, licença de uso, papel do dado na sociedade, quem o produziu, quem pode usar e para que. Na etapa de “usar” os dados, é importante se atentar à conversão, representação (números, gráficos e tabelas) e uso ético. Em seguida, ao se executar a etapa de “ler, interpretar e avaliar” dados, os critérios de inclusão e exclusão precisam ser claramente definidos, além das formas de apresentar, representar, realizar inferência, sumarização e crítica. Por fim, ao se “gerenciar os dados”, é importante se atentar aos metadados, bases de dados, repositórios e formas de publicação.

Vamos considerar três exemplos de iniciativas de ciência cidadã: "Cacho de cobra verde" [8], "Bromélia-peluda" [9] e monitoramento de "Derramamento de óleo" [10]. O caso do cacho de cobra verde foi reportado em 2021. Um cidadão ficou surpreso com a situação, fotografou e publicou a imagem em um grupo no Facebook. O caso ganhou notoriedade, chamou a atenção de duas biólogas que estudaram o caso como um exemplo de agregação reprodutiva. O caso da Bromélia-peluda foi reportado em 2023. Trata-se de uma nova espécie de bromélia que foi descoberta por um cidadão que achou a planta atípica, fotografou e mandou as fotos para os pesquisadores. Por fim, o projeto de derramamento de óleo foi reportado em 2022. Participantes foram convidados a participar enviando dados georreferenciados e fotografias de locais afetados por derramamento de óleo. A iniciativa foi divulgada por líderes de comunidades de pescadores no Facebook, WhatsApp e Instagram e o envio das fotos ocorreu por e-mail e WhatsApp. Em todas essas iniciativas, as *pessoas têm acesso direto ao dado, mas ainda não conseguem por elas próprias elevar esse dado ao nível de informação e conhecimento*. Nessa etapa de informação e conhecimento, atuam os cientistas.

Há uma clássica abordagem chamada pirâmide dados-informação-conhecimento-sabedoria [11]. Os dados são fatos discretos com pouco significado quando tratados isoladamente. A informação surge quando se adiciona uma identificação como quem, o quê, onde e quando. A informação surge, por exemplo, quando se analisa o conjunto de fotos reportando, em um mesmo período de tempo, ocorrência de manchas de óleo ao longo da costa brasileira. A informação também surge quando se analisa a bromélia-peluda e se identifica que não havia até então registro dessa planta. O conhecimento, por sua vez, requer adicionar significado, o entendimento de "como" e "por que". No caso do cacho de cobra verde, o conhecimento surge quando se compreende que é uma agregação reprodutiva. Que as cobras

se agregam daquela forma para reproduzir. Por fim, a sabedoria requer adicionar um entendimento de como uma tomada de decisão é possível a partir do conhecimento. Tal sabedoria está associada, por exemplo, à preservação da espécie, aos mecanismos de reprodução e ação de contenção de derramamento e óleo.

Abordagens e sistemas digitais na prática de ciência cidadã

Há duas abordagens comuns em ciência cidadã quanto à origem da iniciativa. Em outras palavras, quanto a quem identifica o problema e inicia a interação. Pode-se chamar essas abordagens de "dos participantes para os cientistas" ou "dos cientistas para os participantes". Essas abordagens também são chamadas, respectivamente, de *bottom-up* e *top-down*, mas evito esses termos para que essa relação não seja entendida como hierarquia entre os participantes e os cientistas. Na abordagem "dos participantes para os cientistas", como no caso do cacho de cobras, é o participante que identifica um registro (dado) por ele mesmo e deseja compreendê-lo em termos de informação e conhecimento. Para isso, ele vai em busca do cientista. Há interesse natural do participante. Na abordagem "dos cientistas para os participantes", o cientista possui uma demanda que ele não consegue atingir sozinho. Seja pela quantidade de dados a serem coletados (como no exemplo do monitoramento de vazamento de óleo) seja pela quantidade de dados a serem analisados. Esse é o caso, por exemplo, do projeto Galaxy Zoo. Em que há milhões de imagens de galáxias e há várias propriedades a serem analisadas nessas imagens a fim de produzir informação. Nesses casos, geralmente os cientistas se valem de plataformas digitais. Essas plataformas são softwares que permitem que as pessoas participem.

Plataformas digitais desempenham um papel fundamental na condução de projetos de ciência cidadã que agregam grande quantidade de pessoas (*crowdsourcing*) [1] [12] [13]. Há várias classificações de plataformas. Aqui é relevante distinguir entre plataformas que permitem divulgar o projeto e plataformas que permitem a condução do projeto. Civis e Scistarter funcionam como um catálogo onde participantes e cientistas podem encontrar projetos e outras iniciativas de ciência cidadã. Por outro lado, plataformas como Zooniverse e iNaturalist funcionam não apenas como um catálogo. A execução de tarefas e postagem de dados ocorrem dentro dessas plataformas. Os mecanismos de cooperação e interação entre cientistas e participantes são implementados pelas plataformas.

No contexto da condução de projetos por meio de sistemas online é necessário distinguir duas abordagens: o cientista construir um sistema próprio e o sistema hospedar seu projeto em uma plataforma existente. No caso de construir um sistema próprio, o cientista precisa não apenas implementar e manter o software, mas também despertar o interesse das pessoas para que acesse tal sistema e participe dele. No caso do uso de uma plataforma que hospeda múltiplos projetos, o cientista se beneficia não apenas do software e ferramentas existentes, mas também pode se beneficiar de participantes que já atuam em outros projetos e que teriam interesse em atuar no seu projeto. Naturalmente, um sistema próprio permite maior personalização das características do projeto, mas é necessário analisar se tal personalização seria tão determinante em comparação aos benefícios das plataformas de múltiplos projetos. Também é importante notar os benefícios e conveniências que as plataformas com múltiplos projetos trazem para os participantes que desejam uma participação duradoura. A existência de múltiplos projetos permite que sempre exista um projeto no qual a pessoa pode contribuir, pois enquanto alguns projetos são encerrados outros são iniciados.

O desafio da gerência da incerteza

Para entender os desafios associados aos projetos de ciência cidadã conduzidos por meio de sistemas digitais, consideremos o caso de dois projetos: Sun4All e CellSpotting. O projeto Sun4All visa analisar imagens do sol a fim de detectar manchas solares. O sistema apresenta uma imagem do sol e o participante marca pontos em que ocorrem manchas nas imagens do sol. Há centenas de imagens. O projeto CellSpotting visa analisar imagens de células a fim de detectar células mortas e células vivas. O sistema apresenta uma imagem e o participante marca pontos em que ocorrem células vivas e células mortas. Nesse caso também há centenas de imagens a serem analisadas. Dada a grande quantidade de

imagens a serem analisadas, a participação das pessoas é fundamental. Os dois projetos foram concebidos no âmbito do projeto Societize [14].

Há incerteza sobre as respostas dadas pelas pessoas nesse tipo de tarefa [15] [16]. A incerteza não está associada necessariamente a um comportamento malicioso ou sabotador, pode ser um desvio de percepção da pessoa. Para lidar com incerteza, geralmente utiliza-se redundância. Por exemplo, uma mesma imagem é analisada por vários participantes. Para se chegar a uma resposta final, usa-se uma estratégia de concordância, como o voto majoritário, voto majoritário ponderado, ou outra estratégia de concordância entre de resposta. Esses mecanismos permitem que se chegue a uma resposta confiável, se os eventuais erros forem isolados e não afetarem a maioria das respostas. Estratégias mais sofisticadas, baseadas em métricas de credibilidade entre participantes [15], também têm sido propostas.

Mas as pessoas compreendem incerteza? Há gráficos que podem ser usados para explicar dispersão, probabilidades e incertezas. Isso é relevante principalmente para mostrar diferentes cenários em que há aumento de incerteza de um cenário para outro. É geralmente mais fácil compreender dispersão e probabilidades em situações concretas (empíricas) do que de modo teórico/analítico (matemático). A compreensão de significância estatística é geralmente mais complexa pois requer a compreensão de distribuições de probabilidades e teste de hipótese. Muitos participantes que não são cientistas não têm conhecimento sobre esses assuntos.

É importante considerar também que pode haver vieses nas respostas dos participantes. Por exemplo, no caso do projeto Sun4All. Há diferença entre a quantidade de manchas solares detectadas por participantes e a quantidade de manchas solares detectadas por um especialista neste domínio. Não se trata apenas da diferença. Essa diferença tem um viés. Os participantes geralmente identificam menos manchas do que o especialista. O especialista é mais detalhista. Ele detecta mais manchas e é capaz de distinguir manchas que estão muito próximas. Para tratar incerteza nesses casos é necessário um mecanismo de calibração, que detecte o viés e faça o ajuste da quantidade.

Um grande desafio para pesquisadores que atuam em projeto é a redundância que geralmente se emprega para mitigar a incerteza. Essa redundância envolve a necessidade de participação de várias pessoas em uma mesma tarefa. Assim, respostas “fora do padrão” podem ter seu efeito reduzido. Mas essa redundância é sempre necessária? Em ciência cidadã se trabalha com o princípio de “não desperdiçar o tempo das pessoas”. Isso significa que não se deve pedir às pessoas que desempenhem uma tarefa que não é realmente necessária ou que poderia ser feita de forma automatizada. No entanto, não é trivial detectar as tarefas para as quais um baixo nível de redundância é suficiente.

Visualização de dados por cientistas e participantes

A visualização de dados é muito importante tanto para os cientistas quanto para os participantes. Uma visualização adequada facilita o processo de compreensão dos dados e extração de informação e conhecimento. Há vários elementos a serem considerados na construção de uma visualização, por exemplo: qual o público da visualização? são os cidadãos ou outros cientistas? Quais tipos de gráficos o público conhece? Qual o contexto dos dados a serem visualizados? Qual a principal mensagem da visualização? Mesmo agregação e sumarização de dados podem ser desafiadoras.

Vamos considerar um exemplo. A cidade de Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais, no Brasil, tem mais de 2.3 milhões de pessoas e uma área de aproximadamente 331 km². A Defesa Civil desta cidade informa a população a incidência de chuva. Informar um número único de precipitação em toda a cidade seria pouco informativo, pois é comum chover em alguns locais e não chover em outros. O que a Defesa Civil faz é prover um gráfico, com as nove regiões da cidade, o nível de precipitação em cada região e se esse número indica intensidade extremamente forte (vermelho), forte (laranja), moderado (amarelo), fraco (verde) ou sem chuva (cinza). O resultado é um pequeno mapa, com as regiões coloridas. Cada cidadão tem, para sua região, uma representação que é mais efetiva do que se fosse uma informação agregada para a cidade toda.

A incerteza também pode levar a ansiedade. Por exemplo, neste ano a cidade de Belo Horizonte ficou 155 dias sem chuva. A última vez que a cidade passou por um período tão longo de estiagem foi na década de 60 do século passado [17]. Em alguns momentos durante a estiagem, havia estimativa de chuva com baixa probabilidade de ocorrência. Certa vez uma funcionária administrativa da universidade, sabendo que eu estudava algumas coisas relacionadas com clima, me perguntou: “quando voltará a chover?”. Eu disse que não sabia. Ela voltou a perguntar isso várias vezes até que eu questionei a razão. Ela explicou que no aplicativo do smartphone dela dizia que ia chover e nunca chovia. Foi necessário conversar alguns minutos e explicar a incerteza associada a esse tipo de previsão.

O contexto de tempo e clima traz muitos cenários que são desafiadores em termos de dados, informação e conhecimento. É comum se questionar sobre quando representar a incerteza, se as pessoas entenderão e como ajudá-las a entender. Por exemplo, em 2021, o IPCC lançou um sumário para criadores de políticas. O sumário apresenta dados de aumento da temperatura da superfície do globo em relação a 1850 a 1900. Mostra-se os valores observados entre 1950 e 2015 e projeta-se cinco cenários de aumento relativo de temperatura até 2100. Naturalmente, as observações (1950 a 2015) têm variações e predições (2015 a 2100) tem imprecisões. Uma divulgação feita pela BBC fez a remoção dessas incertezas e apenas as linhas (sem erros associados) foram exibidas. Isso ajuda a melhor visualizar os cenários [18], mas pode gerar a ilusão de que não há erro nas predições. Uma outra estratégia possível é um gráfico interativo, com múltiplas camadas. Esse gráfico pode mostrar inicialmente a versão sem incerteza e quando a pessoa interage com a visualização, abre-se uma nova camada, com a informação de incerteza.

Aprendizagem de máquina e inteligência artificial

Por fim, é fundamental discutir qual papel a aprendizagem de máquina, como forma de Inteligência Artificial, pode ter em ciência cidadã [19]. Há várias abordagens de aprendizagem de máquina: como aprendizagem supervisionada, aprendizagem não supervisionada e aprendizagem por reforço. Uma abordagem comum atualmente é de aprendizagem supervisionada. Essa abordagem consiste em usar um conjunto de dados rotulados para treinar um modelo de inteligência artificial. Por exemplo, como no projeto CellSpotting, exibir uma imagem à inteligência artificial e indicar quais células estão vivas e quais células estão mortas, após fazer isso com várias imagens o modelo aprende o padrão. Após esse aprendizado, o modelo será capaz de prover respostas para um novo conjunto de imagens que não foi usado no seu treinamento. Essa abordagem pode ser vista como positiva no sentido de que ela restringe a participação das pessoas para os casos em que o modelo não é capaz de decidir. Isso permite não desperdiçar o tempo das pessoas. Mas também há vários riscos.

Apesar dos esforços feitos em estudos de caso e análises controladas, não é uma decisão simples sobre o uso de inteligência artificial em projetos de ciência cidadã em larga escala. Há várias questões que precisam ser compreendidas [19]. O que o modelo está aprendendo? Quais as implicações do erro de predição feita pelo modelo? Quais explicações ou interpretações dos resultados estão disponíveis? Quais riscos envolvidos na interação do participante com o modelo? Quem é o dono do modelo? Questões como segurança, compreensão e soberania estão presentes nessa discussão. Uma boa forma de iniciar a análise é considerar que *todos os cuidados que são necessários com os dados também são necessários com os modelos*.

Benefícios e perspectivas

Esta apresentação buscou analisar a construção e partilha do saber por meio de dados, informações e conhecimento. Nessa análise, podemos destacar benefícios e perspectivas da ciência cidadã. A ciência cidadã como parte das ciências participativas permite a construção coletiva e partilhada do saber por comunidades e cientistas. Essa cooperação comunidade-cientista permite a articulação da tripé investigação-educação-ação de modo a beneficiar toda a sociedade. Essa abordagem de construção de conhecimento se constrói na tomada de decisão baseada em evidências. O seu avanço deve ser cuidadoso de modo a compreender as necessidades das pessoas e gerar conhecimento respeitando a

soberania de dados e modelos. O avanço da tecnologia de informação e comunicação é positivo para melhorar as investigações, aprendizagens e ações. No entanto, deve-se sempre buscar o emprego adequado de novas tecnologias, como inteligência artificial, *sem a pressa por uma adoção precipitada que possa ser danosa*.

Referências

- [1] Eitzel, M., Cappadonna, J., Santos-Lang, C., Duerr, R., West, S. E., Virapongse, A., ... & Jiang, Q. (2017). Citizen science terminology matters: Exploring key terms. *Citizen science: Theory and practice*, 1-20. <https://doi.org/10.5334/cstp.96>
- [2] Streck, D. R., & Brandão, C. R. (2006). Pesquisa participante: a partilha do saber. Aparecida-SP: Idéias & Letras.
- [3] Nações Unidas (2015). Transformando nosso mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Recuperado em <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf> 13 de outubro de 2015.
- [4] Ponciano, L. (2023). How citizens engage with the social media presence of climate authorities: the case of five Brazilian cities. *npj Climate Action*, 2(1), DOI: <https://doi.org/10.1038/s44168-023-00080-3>
- [5] HakemZadeh, F., & Rousseau, D. M. (2024). Evidence-based decision-making is a social endeavor. *Behavioral Science & Policy* <https://doi.org/10.1177/23794607241265206>
- [6] Brandão, Inaê (2015) Após 45 anos, sangue Yanomami levado aos EUA é repatriado para RR. G1. Disponível em <https://g1.globo.com/rr/rraia/noticia/2015/04/apos-45-anos-sangue-yanomami-levado-aos-eua-e-repatriado-para-rr.html> Acesso em 15 nov. 2024
- [7] Putini, Júlia (2023). Criticado por usar fóssil 'roubado' do Brasil, estudo na Alemanha diz que dinossauro nordestino era caçador ágil. G1. Disponível em <https://g1.globo.com/ciencia/noticia/2023/05/16/criticado-por-usar-fossil-roubado-do-brasil-estudo-na-alemanha-diz-que-dinossauro-nordestino-era-cacador-agil.ghtml> Acesso em 15 nov. 2024
- [8] BANCÍ K.R.S., BATISTA S.F., and MARQUES O.A.V.. PHILODRYAS OLFERSII (Lichtenstein's Green Racer). REPRODUCTIVE AGGREGATION. *Natural History Notes. Herpetological Review* 52(4), p. 881, 2021
- [9] LEME, E. M., Gonella, P. M., Couto, D. R., Fernandez, E. P., De Carvalho, J. D., De Almeida, P. S., & Mariath, J. E. (2023). A "hairy situation" in Minas Gerais, Brazil: a striking new species of *Krenakanthus* (Bromeliaceae: Bromelioideae) covered with uniseriate trichomes. *Phytotaxa*, 619(1), 39-62.
- [10] Souto, R. D., & Batalhão, A. C. (2022). Citizen science as a tool for collaborative site-specific oil spill mapping: the case of Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 94(suppl 2), e20211262. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220211262>
- [11] Rowley, J. (2007). The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. *Journal of information science*, 33(2), 163-180. <https://doi.org/10.1177/0165551506070706>
- [12] Ponciano, L., & Brasileiro, F. (2014). Finding Volunteers' Engagement Profiles in Human Computation for Citizen Science Projects. *Human Computation*, 1(2). pp 5-264. <https://doi.org/10.15346/hc.v1i2.12>
- [13] Ponciano, L., & Pereira, T. E. (2019). Characterising volunteers' task execution patterns across projects on multi-project citizen science platforms. In *Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-11). <https://doi.org/10.1145/3357155.3358441>
- [14] Silva, C. (2014). SOCIENTIZE participatory experiments, dissemination and networking activities in perspective. *Human Computation*, 1(2). <https://doi.org/10.15346/hc.v1i2.4>
- [15] Ponciano, L., & Brasileiro, F. (2018). Agreement-based credibility assessment and task replication in human computation systems. *Future Generation Computer Systems*, 87, 159-170. <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.05.028>
- [16] Santos, Lesandro Ponciano dos. Computação por humanos na perspectiva do engajamento e credibilidade de seres humanos e da replicação de tarefas. 2015. 184f. (Tese de Doutorado em Ciência da Computação) Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande - Paraíba - Brasil, 2015. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/ispui/handle/riufcg/569>
- [17] Jornal Estado de Minas. "Seca de BH é a pior em 60 anos. E ainda tem mais." 11/09/2024. Disponível em: <https://www.em.com.br/gerais/2024/09/6939445-seca-de-bh-e-a-pior-em-60-anos-e-ainda-tem-mais.html> Acesso em: 15 nov 2024
- [18] R. Schuster, K. Gregory, T. Möller and L. Koesten, ""Being Simple on Complex Issues" – Accounts on Visual Data Communication About Climate Change," in *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 30, no. 9, pp. 6598-6611, Sept. 2024, doi: 10.1109/TVCG.2024.3352282.
- [19] Ponciano, Lesandro. Reflexões sobre o Emprego de Inteligência Artificial em Ciência Participativa e Cidadã. *Civis Blog*, Brasília, 15 agosto. 2023. Disponível em: <https://www.civis.ibict.br/blog/2023/08/14/ia-ciencia-cidada/> Acesso em: 15 novembro 2023.