

CIÊNCIA CIDADÃ COMO FERRAMENTA AUXILIADORA NOS PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO EPISTEMOLÓGICA DE IDEIAS ADEQUADAS ACERCA DE NATUREZA DA CIÊNCIA

Gabriel Barbosa Vasconcelos ¹
Mateus Lima Bernardo ²
Dr^a Roberta Smania-Marques ³

RESUMO

Concepções científicas adequadas são de extrema importância para uma construção epistemológica da natureza da ciência. Levando isso em consideração, ferramentas e métodos que auxiliem nesse processo de construção de concepções científicas acuradas são valiosos, como por exemplo a Ciência Cidadã, que propõe a participação de pessoas não inseridas no meio científico em pesquisas científicas, por meio de coleta de dados. Este trabalho investigou por meio de um levantamento bibliográfico da literatura, como os trabalhos que utilizam a Ciência Cidadã analisam a aprendizagem, motivação e acurácia dos dados dos seus participantes em relação às recompensas oferecidas. Os resultados mostram que poucos trabalhos se preocupam com a análise da aprendizagem dos cidadãos cientistas, e que a motivação e acurácia dos dados são as análises mais visadas pelos cientistas, negligenciando o impacto educacional da ciência cidadã para o participante.

Palavras-chave: Ciência Cidadã, Natureza da Ciência, Educação Científica, Levantamento Bibliográfico.

INTRODUÇÃO

A História e Filosofia das Ciências são de grande importância para uma educação científica de qualidade, ou seja, para a promoção da compreensão de como a ciência funciona e, conseqüentemente, o desenvolvimento da aprendizagem de como a ciência interpreta o mundo e o universo (EL-HANI et al., 2016).

A falta de elementos epistemológicos em intervenções educacionais que primam pelo ensino do conhecimento científico descontextualizado do seu processo de produção acarreta tanto em deformações na compreensão do conhecimento em si quanto da construção do conhecimento científico (PÉREZ et al., 2001). Ou seja, as concepções de ciências que são aprendidas e reproduzidas podem gerar imprecisões na construção de conceitos epistemológicos das ciências que acarretam concepções deformadas sobre o que é e como a ciência funciona (PRAIA et al., 2002).

¹ Graduado pelo Curso de Ciências Biológicas - Bacharelado da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Mestrando do Curso de Ensino, História e Filosofia da Ciência da Universidade Federal da Bahia
- UFBA, gbv1000@gmail.com

² Bacharel e Licenciado pelo Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Mestrando em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, mateuslimaif@gmail.com

³ Professora Doutora associada ao Curso de Ciências Biológicas – Bacharelado da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, robertasm@servidor.uepb.edu.br.

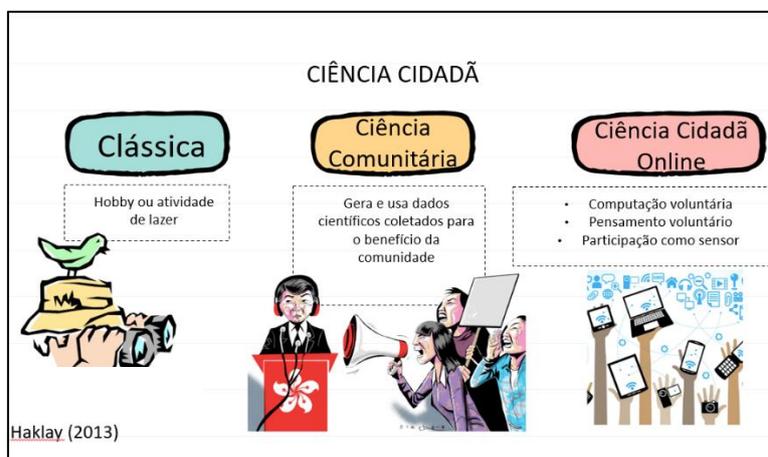
Pesquisas que investigaram as concepções de estudantes em relação à natureza da ciência evidenciam noções epistemologicamente inadequadas (LEDERMAN et al., 1998), tendo entre as mais frequentes a compreensão do conhecimento científico como verdade absoluta; uma visão empírico-indutivista da ciência; a ignorância do papel da criatividade e da imaginação na produção do conhecimento científico; a falta de compreensão das noções de ‘fato’, ‘evidência’, ‘observação’, ‘experimentação’, ‘modelos’, ‘leis’ e ‘teorias, bem como de suas inter-relações (EL-HANI et al., 2016).

Essa crise no Ensino de Ciências, evidenciada pelos altos índices de ‘analfabetismo científico’ (MILLER 1983; MATTHEWS 1992, 1994), pode tanto provocar uma visão dogmática da ciência, quanto promover o desconhecimento da ciência para a grande parte da população, que quase só valoriza as pseudociências e até mesmo as superstições (IZQUIERDO, 2000).

Uma alternativa para promoção da construção de visões epistemologicamente mais adequadas das ciências é a participação das pessoas em pesquisas científicas como cidadãos cientistas. Um cidadão cientista é um voluntário que coleta e/ou processa dados como parte de uma investigação científica (SILVERTOWN, 2009). A utilização do cidadão cientista pode ser considerada antiga, mas, no entanto, o conceito atual com sua integração de protocolos explícitos e testados para coleta de dados, corroboração de dados por biólogos profissionais e inclusão de metas específicas e mensuráveis para educação pública, evoluiu principalmente nas últimas duas décadas (BONNEY, 2007; COHN, 2008).

Existem várias tipologias para a Ciência Cidadã, mas a que achamos mais adequada para os nossos objetivos foi a tipologia geográfica do voluntário na Ciência Cidadã. que separa ela em três categoria, a Ciência Cidadã clássica, onde o voluntário participa fisicamente do projeto e trabalha com vínculo próximo com os cientistas, tendo um papel de lazer ou *hobby* para o voluntário. A segunda categoria é a Ciência Cidadã comunitária, onde os voluntários e pesquisadores tem como objetivo em sua pesquisa o benefício da comunidade em que estão presentes, normalmente esses trabalhos utilizam de mobilização pública da comunidade para recrutamento de voluntários. E por último temos a categoria de Ciência Cidadã online, onde os voluntários participam de pesquisas científicas não fisicamente, mas pela internet, seja como coletores de dados passivos ou ativos (HAKLAY, 2013).

Figura 01. Tipologia de Ciência Cidadã de Haklay



Fonte: Adaptada de Haklay (2013)

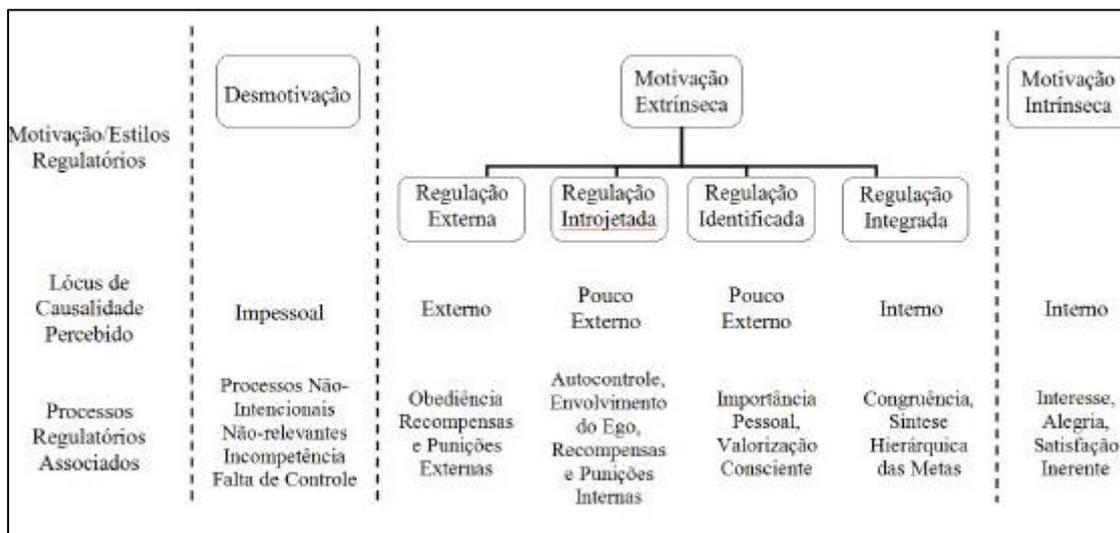
Hoje, a maioria dos cidadãos cientistas trabalha com profissionais em projetos que foram especificamente projetados ou adaptados para dar aos amadores um papel, quer seja para o benefício educacional dos próprios voluntários ou para o benefício do projeto (SILVERTOWN, 2009).

Apesar da literatura valorizar a participação do cidadão cientista, a maioria dos projetos é orientada por seus objetivos específicos, deixando de lado, ou dando pouca atenção ao impacto educacional sobre os participantes da pesquisa (MUELLER et al., 2012). É importante salientar que a participação do cidadão cientista pode promover o desenvolvimento de agentes multiplicadores da informação e assim desempenhar na sociedade um papel importante no campo em expansão da educação científica informal (NRC, 2009; UCKO, 2010).

Uma das características únicas da participação do cidadão cientista está na motivação como foco para a participação nas pesquisas, uma vez que na maioria dos projetos as pessoas se engajam voluntariamente (ROTH; BARTON, 2004). Deste modo o cidadão cientista constrói sua própria visão do projeto (e indiretamente da construção do conhecimento científico) ao invés de vê-lo através dos olhos de cientistas ou da mídia.

As motivações humanas podem ser separadas em diferentes tipos, sendo a distinção mais básica sendo entre a motivação extrínseca, que referencia aquela ação a um resultado externo, e a motivação intrínseca, que é referente a fazer aquilo pelo prazer de fazer. Porém as motivações são mais complexas que essa dualidade apresentada, tendo como principal fonte dessa complexidade a orientação dessa motivação, se ela está designada de um impulso mais externo ou interno e quais os processos regulatórios associados a mesma (RYAN; DECI, 2000).

Figura 02. Taxonomia da motivação humana, de Ryan & Deci (2000).



Fonte: Adaptado de Ryan & Deci (2000)

Compreender as diferentes motivações e suas influências nos cidadãos cientistas se torna crucial para auxiliar nos processos de aprendizagem que a Ciência Cidadã pode exercer. Os cientistas também mostram preocupações em relação a análise das

motivações dos seus voluntários, pois é por esse conhecimento que eles conseguem planejar formas mais adequadas de recrutar e reter esses voluntários em seus projetos (JENNET et al., 2016). Entretanto, pesquisas em que se apresenta uma dificuldade de recrutamento e retenção de seus voluntários acabam procurando outras formas de motivar os cidadãos a participar de seus trabalhos, como por exemplo, a recompensa monetária (CAPPA et al., 2018).

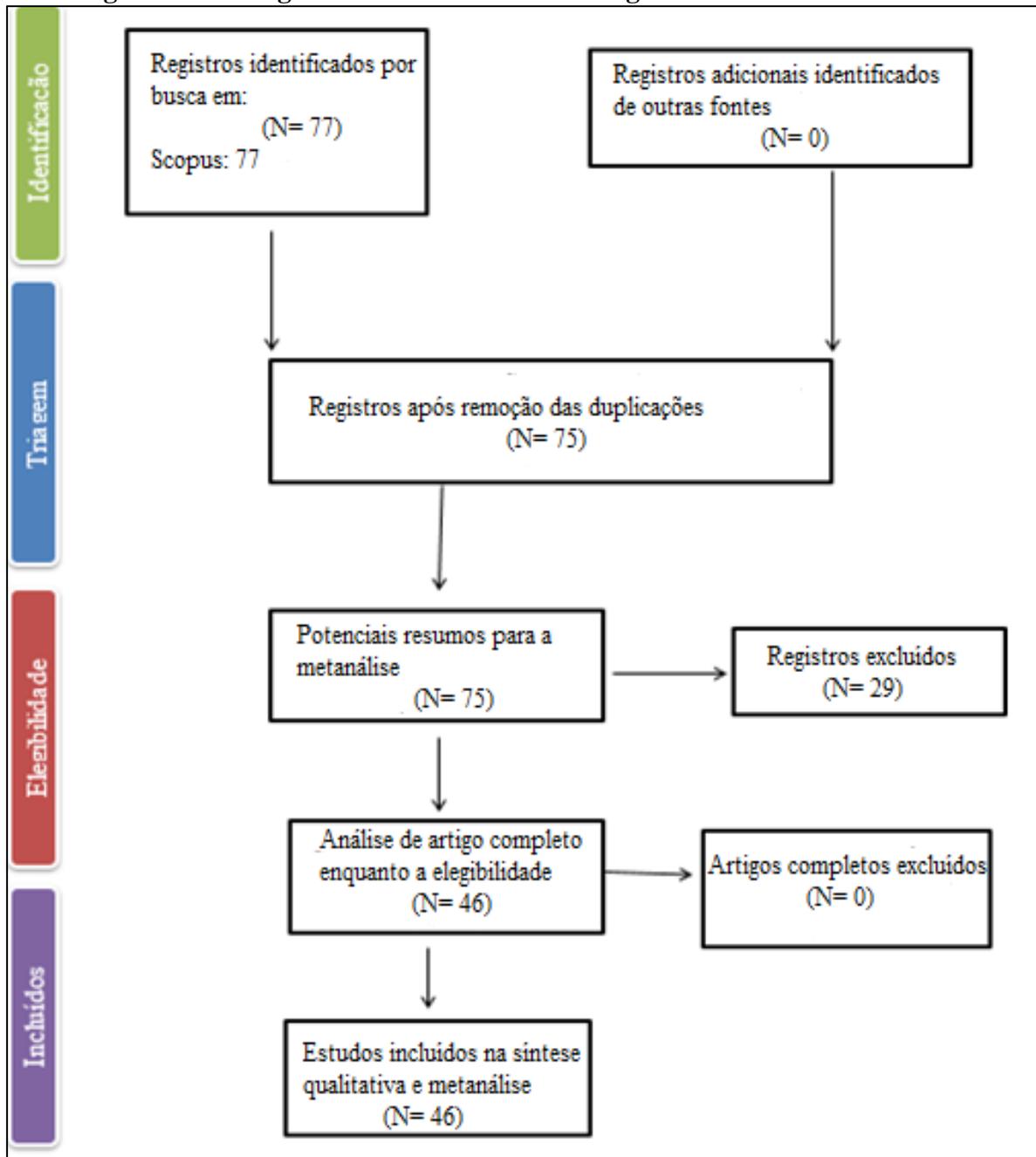
A introdução de regulação externa, no caso recompensas externas como o pagamento, acabam diminuindo o engajamento dos participantes nas atividades, e até mesmo minando qualquer tipo de potencial de aprendizagem que poderia estar presente (RYAN; DECI, 2000). Essa diminuição do engajamento dos participantes nas atividades em decorrência da recompensa monetária pode interferir em mais do que na possível aprendizagem, mas também na acurácia e qualidade dos dados, já que a motivação do participante passa de ser de origem mais interna (fazer pelo prazer ou porquê acha aquilo interessante ou importante) para uma origem mais externa (visando adquirir a recompensa) (RYAN; DECI, 2000; NOV et al., 2014).

Assim, a proposta desse artigo foi examinar na literatura os trabalhos que utilizam a ciência cidadã para compreender quais as consequências da relação do cidadão cientista com as recompensas, tendo às seguintes questões norteadoras: “o tipo de recompensa influencia o aprendizado dos cientistas cidadãos sobre a natureza da ciência?”; e “o tipo de recompensa influencia a qualidade dos dados gerados pelos cientistas cidadãos?”.

PERCURSO METODOLÓGICO

A revisão bibliográfica foi feita com base na metodologia do PRISMA (MOHER et al, 2009). A base de dados utilizada foi o Scopus (Elsevier) e os critérios de busca foram artigos publicados em inglês desde 2015 até o presente dia. As palavras-chave utilizadas na pesquisa foram: “Citizen Science + Learning + Motivation”, “Citizen Science + Data Accuracy”, “Citizen Science + Learning of Science”, “Citizen Science + Nature of Science” e “Citizen Science + Rewards”. O levantamento inicial apresentou setenta e sete artigos, que após remoção das duplicatas e análise, tanto dos resumos como dos artigos completos, resultou em quarenta e seis artigos para a síntese qualitativa.

Figura 03. Fluxograma com os critérios de elegibilidade das literaturas

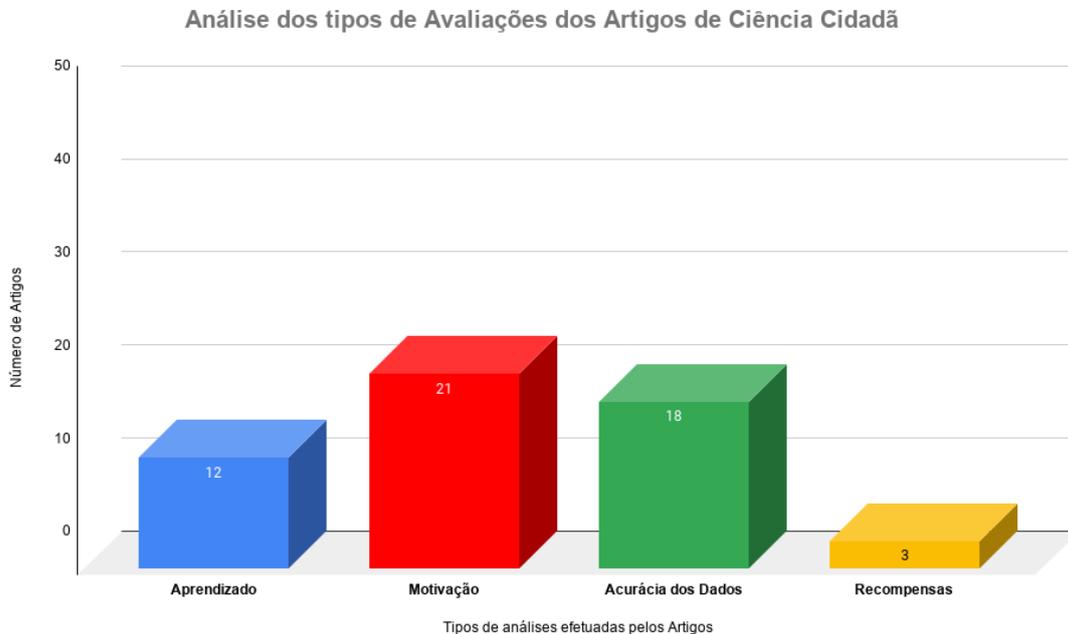


Fonte: Elaborado pelos autores

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos quarenta e seis artigos analisados, 26% (n=12) apresentaram análise de aprendizado dos cidadãos cientistas, 45% (n=21) apresentaram análise de motivação dos cidadãos cientistas, 39% (n=18) apresentaram análise de acurácia dos dados dos cidadãos cientistas e apenas 6% (n=3) apresentaram algum tipo de recompensa para os cidadãos cientistas participantes dos projetos. Esses resultados preliminares irão guiar nossas discussões sobre as perguntas norteadoras da nossa pesquisa.

Figura 04. Gráfico das análises apresentadas nos artigos de Ciência Cidadã



Fonte: Elaborado pelos autores.

Recompensa e aprendizado

Para responder a nossa primeira pergunta sobre a recompensa e sua influência na aprendizagem, utilizamos as palavras chaves: “Citizen Science + Learning + Motivation”, “Citizen Science + Learning of Science”, “Citizen Science + Nature of Science” e “Citizen Science + Rewards”.

Durante a nossa revisão bibliográfica não encontramos artigos que analisaram ou correlacionaram a influência de recompensas ou motivações externas no potencial aprendido dos cidadãos cientistas, entretanto um artigo chamou a atenção por analisar o possível aprendizado de natureza da ciência de estudantes que participaram de vários projetos de ciência cidadã como parte de seu currículo escolar, tendo a nota escolar como recompensa externa (STRAUB, 2020).

Foi utilizado a análise de discurso dos estudantes em relação a sua experiência com os projetos e o estudo mostrou que a participação dos estudantes se tornou benéfico para um melhor entendimento dos procedimentos e aspectos de natureza da ciência, mesmo com a motivação inicial dos estudantes sendo de regulação externa, reforçando os indícios do papel da ciência cidadã como ferramenta de educação científica formal e informal (BONNEY et al., 2016; NRC, 2009; UCKO, 2010).

Mesmo o artigo não fazendo correlações da influência da recompensa ou motivação no aprendizado dos estudantes é possível teorizar que como uma atividade diferente das habituais do currículo escolar, e com a sua natureza interativa, a motivação inicial dos estudantes pode ter mudado para uma de regulação mais interna durante a sua

participação, processo esse já observado e explicado na literatura (RYAN, DECI, 2000).

Os outros artigos que se propuseram a analisar o aprendizado dos cidadãos cientistas, além de não fazerem nenhuma correlação com motivação ou recompensas, mostraram formas de análise ultrapassadas e inadequadas do seu objetivo principal (PLOMP, NIEVEN, 2007), mostrando inexperiência na área, expondo a deficiência na literatura de uma análise séria e de qualidade dos potenciais educacionais que a Ciência Cidadã tem a oferecer.

Recompensa e acurácia dos dados

Para responder a nossa segunda pergunta sobre se o tipo de recompensa influencia a qualidade dos dados gerados pelos cientistas cidadãos, utilizamos as palavras chaves: “Citizen Science + Data Accuracy” e “Citizen Science + Rewards”.

Também não encontramos em nosso levantamento artigos relacionando a influência de recompensas na qualidade e acurácia dos dados produzidos por cidadãos cientistas. O número baixo de artigos mostrando recompensas externas pode ser explicado pelo fato de a maioria das pesquisas veem a experiência e possível ganho de conhecimento como recompensas suficiente para os participantes voluntários, não atribuindo nenhuma recompensa adicional, o que é entendível pois, por exemplo, o pagamento de milhares de coletores de dados acabaria inviabilizando financeiramente a grande maioria dos projetos que utilizam Ciência Cidadã (CAPPÁ et al., 2018).

As análises de motivação e acurácia de dados foram as mais comuns durante a nossa pesquisa, o que corrobora com o apresentado na literatura, que explica que os trabalhos que utilizam ciência cidadã tem participantes majoritariamente voluntários, então estudar as motivações que incentivam esses voluntários a participar dos projetos e se manter neles é crucial para o recrutamento e retenção desses trabalhadores, e analisar se os dados levantados por esses cidadãos cientistas tem qualidade para ser utilizados em pesquisas científicas são as maiores preocupações dos pesquisadores que utilizam Ciência Cidadã (BONNEY et al., 2016; CAPPÁ et al., 2018; JENNET et al., 2016).

As análises de motivação foram feitas por questionários e entrevistas, e os artigos mostraram que as motivações dos participantes para entrar e continuarem participando desses projetos é bastante variada, tendo em voluntários mais velhos uma amostragem maior de motivações de regulação mais interna, enquanto os voluntários mais novos têm motivações de regulação mais externa (LAKOMÝ et al., 2020). As motivações mais presentes nos artigos foram ajudar/participar de uma pesquisa científica, preocupação com o meio ambiente e bem-estar ao redor e curiosidade e vontade de aprender mais sobre o assunto da pesquisa.

A análise da acurácia dos dados se teve principalmente por comparação de dados controle feito pelos cientistas com os dados coletados pelos participantes e não se teve uma diferença significativa entre os dois grupos, mostrando que os dados coletados por cidadãos cientistas são de boa qualidade, resultando que vem de acordo com estudos recentes da área (KOSMALA et al., 2016). Porém, a maioria esmagadora de estudos que analisam acurácia e qualidade de dados de projetos de ciência cidadã utilizam voluntários na sua coleta de dados, expondo uma lacuna na literatura sobre esses estudos em projetos que não possuem voluntários, como as pesquisas de *crowdsourcing* que usam trabalhadores do *Amazon Mechanical Turk*, por exemplo.

Portanto trabalhos que utilizam de recompensas externas, como a monetária, para maior recrutamento e engajamento de participantes em seus projetos (CAPPÀ et al., 2018) podem ter resultados diferentes em relação a qualidade e acurácia dos dados produzidos por voluntários que possuem motivações de regulação mais interna. É importante essa investigação para julgar se as estratégias de utilização de recompensas externas são viáveis em projetos de ciência cidadã, pois caso tenha quedas em qualidade dos dados, e essas diferenças sejam significativas, se entraria no debate do até qual ponto a utilização dessas estratégias de recrutamento e retenção são válidas e podem ser incluídas em projetos em detrimento da qualidade e integridade dos resultados apresentados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ciência cidadã é um ramo crescente nas pesquisas científicas, e com esse crescimento se abre um novo leque de possibilidades de investigação de seus impactos e benefícios, tanto para os pesquisadores como para os participantes. É necessário a continuidade das análises da potencialidade de projetos com ciência cidadã como ferramenta educadora e de divulgação científica, fortalecendo e aproximando o vínculo entre pesquisa e sociedade.

Os dados apresentados nessa pesquisa apontam que é necessário fazer um teste empírico que analise o efeito da motivação na acurácia dos dados produzidos por cidadãos cientistas.

REFERÊNCIAS

BONNEY R. 2007. Citizen Science at the Cornell Lab of Ornithology. Pages 213–229 in Yager RE, Falk JH, eds. **Exemplary Science in Informal Education Settings: Standards-based Success Stories**. NSTA Press.

BONNEY, Rick; BALLARD, Heidi L; ENCK, Jody W. Can citizen science enhance public understanding of science?. **Public Understanding of Science**, v. 25, n. 1, p. 2-16, 2016.

CAPPÀ, Francesco; LAUT, Jeffrey; PORFIRI, Maurizio; GIUSTIANIANO, Luca. Bring them aboard: Rewarding participation in technology-mediated citizen science projects. **Computers in Human Behavior**, v. 89, p. 246-257, 2018.

COHN, Jeffrey P. Citizen science: Can volunteers do real research?. **BioScience**, v. 58, n. 3, p. 192-197, 2008.

EL-HANI, Charbel Niño; TAVARES, Eraldo José Madureira; DA ROCHA, Pedro Luís Bernardo. Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 3, p. 265-313, 2016.

HAKLAY, Muki. Citizen science and volunteered geographic information: Overview and typology of participation. In: **Crowdsourcing geographic knowledge**. Springer, Dordrecht, 2013. p. 105-122.

IZQUIERDO, M. Fundamentos Epistemológicos. In: Didáctica de las Ciencias Experimentales, F. J. Perales Palacios e P. Canãl de León (Dir.). **Editorial Marfil: Alcoy**. 2000. p. 35 – 64.

JENNETT, Charlene; KLOETZER, Laure; SCHNEIDER, Daniel; IACOVIDES, Ioanna; COX, Anna L.; GOLD, Margaret; FUCHS, Brian; EVELEIGH, Alexandra; MATHIEU, Kathleen; AJANI, Zoya; TALSI, Yasmin. Motivations, learning and creativity in online citizen science. **Journal of Science Communication**, v. 15, n. 3, 2016.

KOSMALA, Margaret; WIGGINS, Andrea; SWANSON, Alexandra; SIMMONS, Brooke. Assessing data quality in citizen science. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 14, n. 10, p. 551-560, 2016.

LAKOMÝ, Martin; HLALOVÁ, Renata; MACHACKOVA, Hana; BOHLIN, Gustav; LINDHOLM, Maria; BERTERO, Michela G; DETTENHOFER, Markus. The motivation for citizens' involvement in life sciences research is predicted by age and gender. **Plos one**, v. 15, n. 8, p. e0237140, 2020.

LEDERMAN, Norman G.; WADE, Philip D.; BELL, Randy L. Assessing the nature of science: what is the nature of our assessments?. **Science & Education**, v. 7, n. 6, p. 595-615, 1998.

MATTHEWS, Michael R. History, philosophy, and science teaching: The present rapprochement. **Science & Education**, v. 1, n. 1, p. 11-47, 1992.

MATTHEWS, Michael R. 1994. **Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science**. New York: Routledge.

MILLER, Jon D. Scientific literacy: A conceptual and empirical review. **Daedalus**, p. 29-48, 1983.

MOHER D, LIBERATI A, TETZLAFF J, ALTMAN DG, The PRISMA Group (2009) Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and MetaAnalyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* 6(7): e1000097. doi:10.1371/ journal.pmed.1000097

MUELLER, M., TIPPINS, D.; BRYAN, L. (2012). The future of citizen science. **Democracy and Education**, 20, 1–12.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL et al. **Learning science in informal environments: People, places, and pursuits**. National Academies Press, 2009.

NOV, Oded; ARAZY, Ofer; ANDERSON, David. Scientists@ Home: what drives the quantity and quality of online citizen science participation?. **PloS one**, v. 9, n. 4, p. e90375, 2014

PÉREZ, Daniel GIL; MONTORO, Isabel Fernández; ALÍS, Jaime Carrascosa; CACHAPUZ, António; PRAIA, João. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

PLOMP, T; NIEVEEN, N. **An introduction to educational design research**. In: Proceedings of the Seminar Conducted at the East China Normal University [Z]. Shanghai: SLO-Netherlands Institute for Curriculum Development. 2007

PRAIA, João Felix; CACHAPUZ, António Francisco Carrelhas; GIL-PÉREZ, Daniel. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 8, n. 1, p. 127-145, 2002.

ROTH, Wolff-Michael; BARTON, Angela Calabrese. **Rethinking scientific literacy**. Psychology Press, 2004.

RYAN, Richard M.; DECI, Edward L. Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. **Contemporary educational psychology**, v. 25, n. 1, p. 54-67, 2000.

SILVERTOWN, Jonathan. A new dawn for citizen science. **Trends in ecology & evolution**, v. 24, n. 9, p. 467-471, 2009.

STRAUB, Miranda CP. A Study of Student Responses to Participation in Online Citizen Science Projects. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 18, n. 5, p. 869-886, 2020.

UCKO, David A. NSF influence on the field of informal science education. In: **Annual Conference of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), Philadelphia, PA**. 2010.