



Ciência cidadã e Educação Ambiental: alternativa educacional na área de resíduos sólidos urbanos

Diny Gabrielly de Miranda Martins¹
Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-0737-7049>

Eloisa Helena de Souza Cabral²
Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-3923-4280>

Valderí de Castro Alcântara³
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-6698-0609>

Resumo: As possibilidades e potencialidades de alunos e professores atuarem na área de resíduos sólidos urbanos com base nos fundamentos da ciência cidadã compuseram o estudo realizado com 36 alunos e 12 professores do terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual

¹ Mestra em Administração Pública pela Universidade Federal de Lavras-MG (2022). Graduada em Administração pelo Instituto Federal de Minas Gerais Campus Formiga (2016). Professora substituta da área de gestão do IFMG Campus Formiga.

² Doutora em Ciências Sociais pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo e especialista em Gestão Cultural. Professora permanente/colaboradora do Mestrado Profissional em Administração Pública da Universidade Federal de Lavras. Professora convidada/colaboradora do Mestrado Profissional em Administração Pública da Universidade Federal dos Vales de Jequitinhonha e Mucuri. Professora do Centro de Estudos de Pessoal do Departamento de Educação do Exército Brasileiro.

³ Mestre (2015) e Doutor (2018) em Administração pelo Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Lavras (PPGA-UFLA). Atualmente é professor no Departamento de Ciências Administrativas (CAD) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Atua como professor permanente do Centro de Pós-Graduação e Pesquisas em Administração (CEPEAD).

Rodolfo Almeida, do município de Formiga/MG. Os resultados indicam que a maioria dos participantes possui compreensão limitada sobre Ciência e desconhece as práticas e os princípios da ciência cidadã. Evidenciam, ainda, a necessidade de conscientizar a população formiguense quanto à problemática do descarte inadequado do lixo no meio ambiente. Como produto do estudo, elaborou-se uma proposta didática para professores utilizarem no ensino da destinação dos resíduos sólidos.

Palavras-chave: Ciência. Ciência Cidadã. Resíduos Sólidos Urbanos. Educação Ambiental. Sustentabilidade.

Citizen science and Environmental Education: educational alternative in the area of urban solid waste

Abstract: The article considers the concepts of citizen science and analyzes the possibilities and capabilities of high school students and teachers to work in the area of solid waste. The study was carried out with 36 students and 12 teachers from the third year of high school at the Rodolfo Almeida School, in the municipality of Formiga-MG. The results indicate that the majority of the participants have a limited understanding of science and are unaware of citizen science practices and principles. It also shows the need to raise awareness among the population of Formigues regarding the problem of improper disposal of waste in the environment. As a result of the study, a didactic proposal was elaborated for teachers to use when teaching about the destination of solid waste.

Keywords: Science. Citizen Science. Urban solid waste. Environmental education. Sustainability.

INTRODUÇÃO

O contributo da Ciência para o avanço da sociedade é inegável, seja em relação à saúde, alimentação, ao meio ambiente, à tecnologia, energia, entre outros temas, aprimorando a qualidade de vida, assim como a produção intelectual e a cultural. Nesse sentido, é importante fomentar práticas que despertem o interesse pela Ciência e oportunizar à sociedade civil o envolvimento com a pesquisa científica, o que pode ser realizado pela denominada ciência cidadã que, entre outros princípios, tem como fundamento a participação de cidadãos não cientistas em atividades científicas.

A ciência cidadã é uma abordagem que estima a parceria entre cientistas profissionais e voluntários leigos, com esses últimos atuando na coleta e/ou análise de dados científicos relacionados às pesquisas aplicadas a temas de interesse público (Dickinson; Zuckerberg; Bonter, 2010).

A ciência cidadã pode ser implementada nas mais diversas áreas e em diferentes ambientes, contribuindo para o engajamento de diversos públicos.

Nas escolas, por exemplo, esses projetos possuem expressão, sobretudo, pelo caráter socioeducativo, como auxiliar na educação científica e, quando aplicados à educação ambiental, fomentam práticas de preservação e proteção da natureza.

O tratamento adequado dos resíduos sólidos é fator fundamental para assegurar a qualidade da nossa forma de vida e do meio ambiente. Um dos problemas enfrentados na atualidade é a excessiva quantidade de lixo produzido e descartado inapropriadamente. A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2019) aponta que, em 2018, a população brasileira gerou cerca de 79 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e somente 92% foi coletado; cerca de seis toneladas de lixo ficaram depositadas no meio ambiente, acarretando impactos negativos.

O descarte inadequado dos resíduos sólidos decorre, com frequência, da falta de informações qualificadas que permitam elevar o grau de consciência da população. Uma maneira de divulgar conhecimentos quanto ao correto descarte do lixo, o incentivo ao cuidado com o meio ambiente e à adoção de atitudes cívicas, advém da possibilidade de implantar projetos fundamentados nos princípios da ciência cidadã.

Neste artigo, estão indicadas as possibilidades e potencialidades de alunos e professores do ensino médio atuarem na área de destinação de resíduos sólidos, com base nos fundamentos da ciência cidadã e os seguintes objetivos específicos: a) identificar o conhecimento dos alunos e professores do terceiro ano do ensino médio da Escola Estadual Rodolfo Almeida, sobre ciência, ciência cidadã e RSU; e b) sistematizar o conhecimento desses alunos e professores sobre ciência cidadã e resíduos sólidos, para sustentar a sugestão de implantar um projeto educacional na área de resíduos sólidos.

Um projeto educacional com base na abordagem da ciência cidadã na área de RSU pode proporcionar uma oportunidade para que professores e alunos se aproximem da comunidade extraescolar e se envolvam com as questões sociais locais, além de auxiliar na formação de cidadãos mais ativos e socialmente responsáveis.

O presente artigo considera que a Educação Ambiental tem o objetivo de criar consciência sobre as questões ambientais e incentivar ações positivas para proteger o meio ambiente – princípios e objetivos que estão delineados pela Lei 9.795/1999, que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental no Brasil (ICMBio, 2023). Sabe-se que abordagens convencionais de ensino, nesse campo, concentram-se apenas na transmissão de conhecimento (interação protocolar entre docente e discente). Dessa forma, não consegue explorar de forma crítica, contextual e dialógica os potenciais da Educação Ambiental.

A visão da Educação Ambiental endossada neste artigo é dialógica (Franco; Loureiro, 2012; Ferreira; Pereira; Logarezzi, 2020). Essa visão é crítica dos modelos tradicionais e busca uma Educação Ambiental que vai além da simples transmissão de conhecimento, requerendo uma compreensão profunda das questões ecológicas, sociais, políticas e econômicas, relacionadas aos problemas ambientais (Franco; Loureiro, 2012; Ferreira; Pereira; Logarezzi, 2020). Nesse sentido, a ciência cidadã é uma perspectiva coerente com as práticas dialógicas de Educação Ambiental.

A ciência cidadã e a Educação Ambiental estão interrelacionados quando a primeira prioriza a participação ativa envolvendo públicos diversos e leigos, em atividades de coletas de informações, observação de fenômenos naturais e análise de dados. Portanto, a Educação Ambiental alinhada à ciência cidadã tem como perspectiva teórica e prática a formação de sujeitos conscientes e autônomos em torno de questões sociais e ambientais, como a dos resíduos sólidos (Irwin, 1995; Bonney, 1996; Soares; Santos, 2011; Ferreira; Pereira; Logarezzi, 2020).

Segundo Aguiar e colaboradores (2019) é essencial abordar, no ambiente escolar, questões sobre os resíduos sólidos, visando a conscientização não somente em torno do conceito, mas também sobre as externalidades negativas provocadas no meio ambiente e na vida das pessoas. Finalmente, os projetos de ciência cidadã auxiliam na educação científica e promovem a Educação Ambiental quando estudadas (Assunção *et al.*, 2016).

REFERENCIAL TEÓRICO

Ciência

As visões tradicionais da Ciência decorrem do positivismo, representado nas ideias de Augusto Comte, que considera a geração do conhecimento e a pesquisa científica como restritas à experimentação, e o conhecimento científico entendido como certo, comprovado e o único verdadeiro (Kosminsky; Giordan, 2002).

Nesse sentido, as etapas do método são determinadas pela observação e experiência, baseadas em evidências, que fundamentam a elaboração de hipóteses a serem comprovadas e validadas. Chalmers (1993, p. 19) identifica como “indutivismo ingênuo” essa concepção de Ciência e considera que “a Ciência começa com a observação” a partir dos órgãos sensitivos, e o observador registra com fidedignidade, isentando-se de preconceitos e pré-julgamentos.

No raciocínio indutivo, após considerar um número suficiente de casos particulares, obtém-se uma verdade geral, e “desde que certas condições sejam satisfeitas, é legítimo generalizar a partir de uma lista finita de proposições de observação singulares para uma lei universal” (Chalmers, 1993, p. 21). Assim, o progresso da Ciência é cumulativo e cresce na medida em que são incorporadas novas verdades ao corpo de verdades familiares.

O caminhar da Ciência é dinâmico e não tardou a revelar as críticas à teoria indutiva. Para Karl Popper, Thomas Kuhn e Imre Lakatos, o avanço da Ciência não é simplesmente um processo cumulativo de agregação de mais conhecimento, mas envolve momentos epistemológicos de rupturas.

Popper (2007) propôs uma forma de progresso da Ciência que não fosse cumulativo e, por meio do falsificacionismo, definiu um método hipotético-dedutivo como substituto do método indutivo, rejeitando as visões indutivas clássicas, em favor de uma perspectiva mais abrangente, em que a lógica do argumento e a não refutabilidade das conclusões fossem critérios. Para Popper (2007) o valor científico está na possibilidade de provas experimentais mostrarem-se falsas.

Na visão de Kuhn (1978), a Ciência progride por meio de revoluções científicas, valorizando a capacidade do pesquisador em trocar sucessivamente de paradigmas. Para Kuhn (1978), o que distingue a Ciência da não ciência é a existência de um paradigma que permite aos cientistas resolverem os problemas e desenvolverem o potencial de suas teorias, provando-as, a partir do paradigma vigente, rejeitando, assim como Lakatos (1999), o falsificacionismo de Popper.

Por sua vez, a proposta de Imre Lakatos (1999) contempla uma evolução das ideias de Popper (2007), e indica que a Ciência se desenvolve por substituição de teorias, ou programas de pesquisa, que é científico, quando coerente, levando à descoberta de novos fenômenos.

Outro aspecto a ser considerado é a relação entre conhecimento científico e senso comum, pois expressa modos diferentes de produzir o conhecimento, em especial, do senso comum empírico, baseado na prática cotidiana e na experiência da vida social (Silva *et al.*, 2016). Alguns teóricos consideram a Ciência e o senso comum como formas complementares de conhecimento.

Para Santos (1989; 2008) a Ciência e o senso comum são complementares: um entrelaçamento dos contextos das vivências e experiências. Na atualidade, uma aproximação entre Ciência e senso comum pode permitir que esse último se torne menos supersticioso e restrito à tradição, e a Ciência se torne mais acessível e inteligível ao público geral, sobretudo pelo surgimento de novos veículos de divulgação (Santos, 1989).

Na perspectiva de difundir, comunicar e democratizar o acesso à Ciência, a participação do cidadão comum em pesquisas pode apoiar a aprendizagem e o engajamento do público com a Ciência. Bueno (2019, p.16) ressalta que “uma das grandes vantagens da participação cidadã é trazer a diversidade para a prática científica”. Uma dessas formas é por meio da ciência cidadã.

Ciência Cidadã

O termo ciência cidadã é empregado para descrever projetos com finalidades científicas que utilizam não cientistas como voluntários (Soares; Santos, 2011). Dickinson; Zuckerberg e Bonter (2010) comentam que o termo se

refere a parcerias entre cientistas e voluntários leigos, que mantêm efetiva participação em coletas e/ou análises de dados científicos relacionados às pesquisas aplicadas a temas de interesse público. Alan Irwin e Richard Bonney são reconhecidos pela cunhagem do termo “ciência do cidadão” (Irwin, 1995; Bonney, 1996). Irwin (1995) define que a ciência cidadã atende às necessidades e preocupações dos cidadãos, uma vez que é desenvolvida e realizada por eles próprios.

Bonney (1996) define que a ciência do cidadão abrange projetos científicos nos quais os “amadores” fornecem dados observacionais para pesquisas tendo como contrapartida a aprendizagem de novas habilidades científicas. O autor entende a ciência cidadã como a participação do público na pesquisa científica e como ferramenta para promover a compreensão e comunicação pública da Ciência (Bonney, 1996).

Em termos de produção científica, o maior corpo de artigos sobre ciência cidadã encontra-se na pesquisa em biologia, conservação e ecologia (Kobori *et al.*, 2016), área em que é utilizada como metodologia de coleta e classificação de dados (Kullenberg; Kasperowski, 2016). Outros destaques na literatura estão relacionados à participação do cidadão em questões de saúde pública (Broeder *et al.*, 2018); ciências sociais; políticas públicas (Strasser *et al.*, 2019); educação ambiental (Assunção *et al.*, 2016); e sustentabilidade (Melo; Guedes, 2019).

Democratizar o acesso à Ciência implica a participação de leigos/voluntários na construção do conhecimento científico. Segundo Irwin (2001), a relação entre Ciência e democracia permite o diálogo, e a discussão aberta e crítica, entre pesquisadores, formuladores de políticas, e cidadãos, uma vez que a democratização do acesso ao conhecimento científico faculta um olhar mais atento às demandas locais e regionais, além de fomentar o investimento em desenvolvimentos científico e tecnológico, aproximando o público e a Ciência na construção de uma cidadania científica ativa, que envolva o público interessado no processo de tomada de decisão.

Atualmente, observa-se a aplicação de diversos projetos fundamentados na ciência cidadã, perpassando áreas diversas de atuação científica. Um dos

mais bem-sucedidos é o projeto *eBird*, um programa de listas *on-line* e em tempo real em que a comunidade de observadores de aves reporta e acessa informações sobre as diversas espécies. Lançado no ano de 2002 pelo Cornell Lab of Ornithology e pela National Audubon Society, o *eBird* providencia dados ricos, com informações básicas sobre a abundância de aves e sua distribuição em variadas escalas espaciais e temporais (Bonney *et al.*, 2009).

Outras iniciativas de ciência cidadã são os projetos *Air Quality Egg* (AQE), *Asteroid Zoo* e *Cooperative Observer Program* (Coop). O AQE foi tentado nos Estados Unidos da América (EUA) para possibilitar o monitoramento de poluentes no ar. O sistema permite a coleta de amostras com leituras das concentrações de poluentes em ambientes internos e externos (Citizen Sense, 2013). O *Asteroid Zoo*, executado pelo Zooniverse e pela Planetary Resources, visa a participação de voluntários na observação e classificação de asteroides desconhecidos (Greenemeier, 2014). Por sua vez, o Coop é um projeto administrado pelo Serviço Nacional de Meteorologia dos EUA e pelos Centros Nacionais de Informações que atua como uma rede voluntária de cidadãos que monitora as condições climáticas nos 50 estados americanos (National Weather Service United States Department of Commerce, 2020).

Contudo, no Brasil as pesquisas e os estudos relativos à ciência cidadã são incipientes. Considerando essa lacuna, a presente pesquisa buscou a perspectiva da ciência cidadã e aplicou na questão dos Resíduos Sólidos Urbanos.

Resíduos Sólidos Urbanos

Popularmente denominados “lixo”, os resíduos sólidos são descritos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004, p. 1), por meio da Norma Brasileira Registrada (NBR) 10.004, como todo material descartado, “nos estados sólido e semissólido, resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”.

O aumento da produção desses resíduos gerados diariamente em todo o planeta e depositados inadequadamente no meio ambiente é um dos sérios

problemas enfrentados pela sociedade. Segundo o Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (ONU-Habitat, 2018), cada pessoa gera em torno de 270 quilos de lixo por ano, o que resulta em aproximadamente 2 bilhões de toneladas, em todo o mundo, e, na maior parte, sem tratamento adequado. Apenas no ano de 2018, no Brasil, produziram-se 79 milhões de toneladas de RSU e apenas 72,7 milhões (92% do montante) foram coletadas (Abrelpe, 2019).

Em relação aos aspectos legais, o governo brasileiro instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010, que disponibiliza aos estados e municípios, instrumentos e diretrizes para auxiliar nos procedimentos de gerenciamento dos resíduos. A lei abrange objetivos específicos, como a proteção da saúde humana, a sustentabilidade, o tratamento e a destinação adequada dos resíduos e rejeitos (Brasil, 2010).

Os resíduos sólidos provenientes das atividades industriais, domésticas, comerciais, agrícolas, da construção civil, saúde, entre outros, resultantes do aumento da população, se não forem adequadamente descartados, podem provocar sérios danos à saúde, ao meio ambiente e à qualidade de vida. Segundo Andrade e Ferreira (2011), nas cidades em que o lixo é descartado de maneira inadequada, a população sofre com a poluição atmosférica, gases nocivos, poluição hídrica, contaminação e degradação do solo e proliferação de mosquitos e animais peçonhentos.

O aumento do volume de resíduos sólidos gera custos cada vez mais elevados para a coleta e o tratamento do lixo, sobretudo quando os RSU são depositados de forma incorreta e em locais inapropriados ou, ainda, quando a coleta de lixo é deficitária (Brasil, 2005). Devido ao potencial de risco que os resíduos sólidos têm em degradar o meio ambiente e prejudicar a saúde, é necessário dedicar atenção ao descarte do lixo. Tavares (2008) esclarece que descarte inadequado é todo resíduo desprezado no chão, em ruas, lagos, praias, rios, praças, escolas e qualquer outro lugar passível de ilegalidade.

Segundo Araújo e Pimentel (2016), na maioria das cidades brasileiras os RSU depositados de forma inadequada são vetores para o desmora-

moradias, em virtude da infraestrutura precária do ponto que impossibilita o descarte correto. Soma-se a necessidade de participação ativa e responsável no encaminhamento desse problema, com campanhas de informação e conscientização, que resgatem o senso de pertencimento ao local e à sociedade. Formar uma cidadania ambiental que fortaleça a percepção de que dependemos da natureza e sua conservação é tarefa coletiva.

Mesmo que empresas de coleta de lixo e/ou prefeituras atendam quase à totalidade da área urbana, é muito comum encontrar resíduos dispostos em locais impróprios, em diversos pontos periféricos das cidades. É o caso da cidade de Formiga, lócus do nosso estudo. Localizada na região centro-oeste do estado de Minas Gerais, sua população é composta por 67.956 pessoas (IBGE, 2021).

O serviço de coleta é realizado diretamente pela Secretaria Municipal de Gestão Ambiental e os detritos são depositados no aterro sanitário municipal, localizado a 8 quilômetros da sede da cidade (PMSB, 2016). A coleta é realizada em dias diferentes para o lixo úmido e lixo seco. A Secretaria Municipal de Gestão Ambiental disponibiliza o serviço de coleta seletiva de lixo semanalmente, em dias específicos e com horário determinado, em todos os bairros de Formiga (Prefeitura Municipal de Formiga, 2020).

Apesar dessas medidas, a população deposita os resíduos em diversos pontos e bairros da cidade, inclusive nas áreas centrais, nas margens dos rios, em lotes vagos e nas esquinas (Últimas Notícias, 2019). Um dos motivos para essa atitude da população formiguense é a ausência de uma clara percepção sobre a importância da gestão adequada de resíduos sólidos. Uma maneira de promover a percepção ambiental a respeito dos resíduos sólidos advém da possibilidade de implantar projetos que utilizem os fundamentos da ciência cidadã, com a participação da sociedade, o que pode contribuir para a conscientização das pessoas sobre as questões ambientais (Assunção *et al.*, 2016).

METODOLOGIA

A abordagem é qualitativa e quantitativa, de natureza aplicada. O estudo foi realizado na Escola Estadual Rodolfo Almeida, localizada no município de Formiga/MG, com um grupo de professores e alunos do terceiro ano do ensino médio. Para coletar os dados a respeito do conhecimento dos participantes sobre Ciência, ciência cidadã e RSU, foram utilizados um questionário e entrevistas. Participaram da pesquisa 36 alunos, na faixa etária dos 17 aos 18 anos, sendo 25 do sexo feminino e 11 do sexo masculino, que residem nos diversos bairros da cidade. Além dos alunos, participaram 12 professores, sendo 10 mulheres e dois homens, com idades entre 28 e 57 anos. Mais de 75% desses docentes atuam no magistério há cerca de 20 anos, com tempo médio de permanência na Escola Estadual Rodolfo Almeida de 10 anos.

A escola atuou, até dezembro de 2021, em regime de ensino remoto, devido à pandemia desencadeada pelo coronavírus (Covid-19); assim, a coleta de dados e aplicação dos questionários e das entrevistas foram feitas por meio virtual com as ferramentas Google Meet e Google Forms. Foi aplicado um questionário aos 36 alunos da turma do terceiro ano e aos 12 professores. Os questionários foram respondidos via *link* do Google Forms, no período entre 3 e 17 de agosto de 2021.

Três alunos selecionados para serem entrevistados evidenciaram as percepções dos participantes sobre os temas abordados. O procedimento de escolha dos entrevistados foram os elementos de identificação do questionário – idade, sexo e bairro de moradia do participante. Inicialmente, foi selecionado o bairro com maior frequência de respostas, ou seja, o bairro Alvorada, situado próximo à região central da cidade.

Dos cinco participantes que residem no bairro Alvorada, foram selecionadas, para a entrevista, a aluna mais jovem, com 17 anos, e a aluna mais velha, com 18 anos. Foi selecionado, ainda, um participante do gênero masculino, com 17 anos, que reside no bairro Jardim Primavera, localizado próximo da região periférica da cidade. As entrevistas ocorreram *on-line*, nos

dias 20 e 21 de agosto de 2021, foram gravadas, com a permissão dos participantes, e, posteriormente, transcritas.

Uma aula sobre ciência cidadã e RSU, com duração de 50 minutos, foi ministrada por meio do Google Meet, no dia 31 de agosto de 2021. Os propósitos foram: (1) Esclarecer o conceito, os princípios, as vantagens e os objetivos da ciência cidadã; (2) Apresentar exemplos de projetos de ciência cidadã e discorrer sobre a participação dos voluntários; (3) Ressaltar a importância da implementação de projetos de ciência cidadã nas escolas, sobretudo na área de resíduos sólidos; (4) Esclarecer o que são RSU e como a problemática do lixo acarreta consequências negativas para a sociedade e o meio ambiente; (5) Expor a implantação de um projeto educacional sobre RSU, na perspectiva da ciência cidadã, e abordar as vantagens na redução dos males causados pelo excesso de produção de lixo e seu descarte inadequado.

Um dos passos do protocolo de aplicação de projeto da ciência cidadã é oportunizar para que os participantes atuem no entorno e/ou local da atividade. No caso, seria o entorno da escola e/ou de praças próximas para coletar e pesar os diversos resíduos sólidos. No entanto, no momento da pesquisa de campo, as aulas permaneciam na modalidade a distância, o que impossibilitou a realização dessa etapa. No entanto, foram orientados sobre como aplicar as orientações. Os dados coletados foram submetidos à análise de conteúdo (Bardin, 2011) segundo as categorias teóricas descritas no quadro 1.

Quadro 1 – Categorias teóricas

Categoria		Conceito Norteador
Ciência	Pensamento indutivo	Refere-se à geração do conhecimento restrita principalmente à experimentação, ou seja, a ciência é um conhecimento comprovado proveniente de rigorosas observações e experimentos (Chalmers, 1993).
	Pensamento dedutivo	Refere-se à geração de conhecimento que parte de leis gerais deduzindo suas consequências (Popper, 2007; Kuhn, 1978; Lakatos, 1999).
	Falsificacionismo	Implica que a observação nunca pode provar positivamente que uma teoria científica é verdadeira, pois uma única experiência falha, ou falsa, derruba a generalidade da teoria (Popper, 2007)
	Transformação do senso comum em conhecimento científico	Significa que a ciência é produzida pela comunidade científica em um entrelaçamento dos contextos das vivências e experiências do mundo (Santos, 2008).

Ciência Cidadã	Abordagem científica	Refere-se à ciência cidadã como abordagem da ciência utilizada no levantamento de grandes conjuntos de dados e que possibilita a mobilização de pessoas que não pertencem ao mundo acadêmico para auxiliar nas observações e classificações (Bonney, 1966; Irkullenberg; Kasperowski, 2016).
	Democratização do acesso à ciência	Refere-se à ciência cidadã como forma de democratizar o acesso à ciência, estimulando e ajudando as comunidades na formulação das políticas públicas (Broeder <i>et al.</i> , 2016; Strasser <i>et al.</i> , 2019).
	Exercício da cidadania	Refere-se a uma visão ampliada da ciência que promove a cidadania. Trata-se do direito do cidadão à participação no processo de produção do conhecimento (Irwin, 1995).
	Divulgação científica	Processo de comunicação para o público amplo e não profissional de instrumentos e resultados conseguidos via abordagem científica (Bonney <i>et al.</i> , 2009).
	Participação	Ato de envolvimento ativo em um projeto científico (Bonney <i>et al.</i> , 2009).
	Letramento científico, ou literacia	Capacidade de interlocução entre profissionais e não profissionais da ciência. Habilidade para utilizar conceitos científicos (Bonney <i>et al.</i> , 2009).
Resíduos Sólidos Urbanos	Conceito	Refere-se a todo material descartado, nos estados sólido e semissólido, resultantes de atividades humanas em sociedade (ABNT, 2004).
	Impactos à saúde e ao meio ambiente	Refere-se às consequências do lixo produzido e de seu descarte. Quando incorretamente tratado, os impactos são negativos (Andrade; Ferreira, 2011; Brasil, 2005).
	Qualidade de vida	Refere-se ao conjunto de condições que contribuem para o bem-estar físico e psicológico dos indivíduos em sociedade (Silva <i>et al.</i> , 2020).
	Sustentabilidade ambiental	Refere-se à busca pelo equilíbrio durável entre o suprimento das necessidades humanas e a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais, não comprometendo as próximas gerações (Brasil, 2010).
	Consciência ambiental	Refere-se à identificação e reconhecimento dos valores associados à sustentabilidade (Azevedo; Scavarda; Caiado, 2019).

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Com o intuito de refinar a análise dos dados, as categorias foram desmembradas em subcategorias.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A primeira categoria analisada foi Ciência. Os dados coletados nas entrevistas e questionários, quanto à compreensão de alunos e professores sobre Ciência, constam nos quadros 2, 3 e 4.

Quadro 2 – Entrevistas com os alunos: questões sobre Ciência

Pergunta	Respostas dos Entrevistados
Para você, o que é Ciência?	<p>Estudante 1: “Ciência é tudo aquilo que nos envolve; tipo, tudo tem ciência, desde o que eu estou respirando; se eu estou falando é uma ciência, é o que estou usando... tudo é ciência, só que cada uma na sua área, porque a ciência é dividida em várias partes”.</p> <p>Estudante 2: “Na minha opinião, é o estudo de tudo relacionado ao ambiente, às pessoas; o estudo do planeta; estudo de materiais; de conhecimento mesmo. A ciência é o estudo para se ter conhecimento da vida, de alguma coisa específica”.</p> <p>Estudante 3: “Ciência pra mim é uma matéria que estuda várias coisas, os antepassados, os seres vivos”.</p>
O que é um experimento científico?	<p>Estudante 1: “O experimento científico é quando você faz experimentos de coisas novas que envolve química; é uma nova descoberta, no caso eu acho; fico sem saber o que responder. No meu ponto de vista, eu sei o que que é, mas não sei descrever o que é”.</p> <p>Estudante 2: “Não sei expressar bem o que é. Acho que é um teste para ter uma base de alguma experiência”.</p> <p>Estudante 3: “Experimento científico é um experimento que estuda coisas novas, está sempre procurando coisas para poder observar”.</p>
O que é um cientista?	<p>Estudante 1: “Quem faz os experimentos científicos. É uma pessoa estudada, que é especializada em uma determinada área onde ele estudar e fazer experimentos científicos”.</p> <p>Estudante 2: “É uma pessoa capacitada para estudar a ciência. Alguém que estuda sobre a ciência”.</p> <p>Estudante 3: “É uma profissão que procura desenvolver vários experimentos científicos”.</p>
A ciência é útil para a solução de problemas da vida diária?	<p>Estudante 1: “É sim”.</p> <p>Estudante 2: “Depende do tipo de problema”.</p> <p>Estudante 3: “Acho que sim”.</p>
Como é essa utilidade? Cite um exemplo.	<p>Estudante 1: “Tipo a vacina do coronavírus, vacinas, coisas para facilitar a vida do ser humano. Acho que é tudo isso, as descobertas, novas tecnologias, é tudo uma coisa que ajuda a gente”.</p> <p>Estudante 2: “Por exemplo, se for na área da saúde ajuda sim, tipo no caso de uma doença, a ciência ajuda muito; pega ali um medicamento e faz um experimento, aí eu acho que é útil, como no caso da pandemia da Covid-19 para descobrir a vacina”.</p> <p>Estudante 3: “É bem eficiente, os médicos por exemplo, muitas vezes precisam de saber conhecimentos sobre essa matéria”.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Quadro 3 - Resultados dos questionários dos alunos: questões da categoria Ciência

Questão 1 - Quando você ouve ou lê o termo “Ciência”, você tem:				
Uma compreensão clara do significado 44,40%	Uma noção geral do significado 44,40%		Pouca compreensão do significado 11,10%	
Questão 2 - Quando você ouve ou lê o termo “estudo científico”, você tem:				
Uma compreensão clara do significado 33,30%	Uma noção geral do significado 47,20%		Pouca compreensão do significado 19,40%	
Questão 3 - Os estudos científicos devem ser realizados apenas em laboratórios.				
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	Incerto/nenhum comentário

11,10%	33,30%	27,80%	19,40%	8,3%
Questão 4 - A formulação científica pode conter opiniões subjetivas e suposições especulativas.				
Discordo totalmente 5,6%	Discordo parcialmente 5,6%	Concordo parcialmente 52,8%	Concordo totalmente 30,6%	Incerto/nenhum comentário 5,6%
Questão 5 - O conhecimento científico parte de premissas gerais e, através do raciocínio lógico, chega a conclusões válidas.				
Discordo totalmente 2,8%	Discordo parcialmente 8,3%	Concordo parcialmente 47,2%	Concordo totalmente 36,1%	Incerto/nenhum comentário 5,6%
Questão 6 - Os cientistas devem testar as teorias e os experimentos para verificar a veracidade/falsidade.				
Discordo totalmente -	Discordo parcialmente 2,8%	Concordo parcialmente 16,7%	Concordo totalmente 77,8%	Incerto/nenhum comentário 2,8%
Questão 7 - O conhecimento de senso comum pode ser transformado em conhecimento científico.				
Discordo totalmente 5,6%	Discordo parcialmente 16,7%	Concordo parcialmente 63,9%	Concordo totalmente 5,6%	Incerto/nenhum comentário 8,3%

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Os resultados apontam que a maioria dos alunos não possui compreensão clara a respeito de Ciência e dos conceitos científicos e não compreende que Ciência é o conjunto de conhecimentos adquiridos metodicamente por meio de observações, experimentos e pesquisas produzidos de formas sistemática e racional (Lakatos; Marconi, 2008).

Quadro 4 - Resultados dos questionários dos professores: questões da categoria Ciência

Questão 1 - A produção do conhecimento científico é restrita à experimentação.				
Discordo totalmente 25%	Discordo parcialmente 16,7%	Concordo parcialmente 33,3%	Concordo totalmente 16,7%	Incerto/nenhum comentário 8,3%
Questão 2 - A Ciência é um conhecimento comprovado proveniente de rigorosas observações e experimentos.				
Discordo totalmente -	Discordo parcialmente 16,7%	Concordo parcialmente 25%	Concordo totalmente 58,3%	Incerto/nenhum comentário -
Questão 3 - O conhecimento científico parte de premissas gerais e através do raciocínio lógico, chega a conclusões válidas.				
Discordo totalmente 16,7%	Discordo parcialmente -	Concordo parcialmente 41,7%	Concordo totalmente 33,3%	Incerto/nenhum comentário 8,3%
Questão 4 - A observação pode comprovar a veracidade de uma teoria científica.				
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	Incerto/nenhum comentário

8,3%	16,7%	41,7%	25%	8,3%
Questão 5 - Uma única experiência científica cujos resultados indicam hipóteses não comprovadas (falsas) invalida a generalidade de uma teoria científica.				
Discordo totalmente 33,3%	Discordo parcialmente 25%	Concordo parcialmente 33,3%	Concordo totalmente -	Incerto/nenhum comentário 8,3%
Questão 6 - O conhecimento de senso comum pode ser transformado em conhecimento científico.				
Discordo totalmente 25%	Discordo parcialmente -	Concordo parcialmente 33,3%	Concordo totalmente 33,3%	Incerto/nenhum comentário 8,3%

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

De forma geral, há uma compreensão da abrangência da Ciência, advinda de experiências cotidianas e alguns experimentos científicos vivenciados. Nesse último, estão as ocorrências e descobertas novas. Os testemunhos dos alunos revelam que o conhecimento científico auxilia na resolução de problemas de ordem prática, ao possibilitar avanços nas mais diversas áreas e a Ciência proporciona melhoria na educação e na qualidade de vida, como exemplificado nos avanços tecnológicos obtidos com a vacina contra a Covid-19.

O pensamento indutivo, para a maioria dos professores, é um conhecimento comprovado proveniente de observações e experimentos. Em contrapartida, 83% dos alunos acreditam que a formulação científica pode conter opiniões subjetivas e especulativas. Os resultados indicam que a maioria dos alunos e professores acredita que a formulação do conhecimento científico está atrelada ao processo de análise de informações que permite apontar o pensamento dedutivo como o caminho para encontrar o resultado (Popper, 2007; Kuhn, 1978; Lakatos, 1999).

A maioria dos docentes acredita que a observação pode comprovar uma teoria científica como verdadeira, o que diverge dos princípios da teoria do falsificacionismo (Popper, 2007). Para os alunos, a Ciência deve considerar que seus achados, quando provados como falsos, podem ser substituídos.

A aproximação entre Ciência e senso comum torna o conhecimento menos supersticioso e restrito à tradição, valorizando o saber popular (Santos, 1989). Essa perspectiva, evidenciada nos depoimentos de alunos e professores, reforça o engajamento de leigos, não cientistas, nos projetos fundamentados na

ciência cidadã. A categoria ciência cidadã foi dividida em abordagem científica, democratização do acesso à Ciência, exercício da cidadania, divulgação científica, participação e letramento científico, conforme apontam os quadros 5, 6 e 7.

Quadro 5 – Entrevistas com os alunos: questões sobre ciência cidadã

<p>Ciência Cidadã. Conhece esse termo? Se sim, o que significa?</p>	<p>Estudante 1: “Não conheço. Nunca ouvi esse termo antes. Acho que deve ser uma ciência com o cidadão, no meio do povo, mas não sei o que é, o que significa e para que serve”. Estudante 2: “Já ouvi falar. É uma ciência que está aberta a opiniões dos cidadãos, das pessoas, do público geral”. Estudante 3: “Não conheço”.</p>
<p>Há muitos jovens que são voluntários. Você é voluntário em algum projeto social? Se sim, qual projeto?</p>	<p>Estudante 1: “Hoje em dia, não sou voluntária em nenhum projeto. Mas eu já fui, participava do projeto social Marta e Maria que distribui roupa e sopa para os necessitados”. Estudante 2: “Não. Se eu soubesse que um projeto precisa de voluntários e eu achasse interessante, eu teria interesse em ser voluntária. Eu nunca tive a oportunidade de ver uma pessoa falando: ‘vamos fazer um projeto diferente’; eu nunca tive essa experiência. Mas estaria interessada em participar de um projeto relacionado ao meio ambiente. Se me chamassem para um projeto para recolher lixo, eu me interessaria”. Estudante 3: “Não”.</p>
<p>Como você entende que seria a ação de um voluntário em um projeto científico?</p>	<p>Estudante 1: “Eu não sei direito. Essa pergunta eu não tenho resposta”. Estudante 2: “Ia colaborar... porque voluntário é para aprender, para ter uma experiência. O voluntário vai ajudar, incentivar, e divulgar, incentivando outras pessoas a participarem”. Estudante 3: “Ajudando, dando ideias e aprendendo também”.</p>
<p>Teria interesse em participar como voluntário em projeto científico? Por quê?</p>	<p>Estudante 1: “Sim, teria. Porque hoje em dia tenho pensado muito no meu currículo; eu acredito que seria muito importante colocar que eu sou voluntária em um projeto. Pode ser também uma experiência de conhecimento para minha vida. Se fosse um projeto científico que chamasse minha atenção, que fosse interessante, tipo na área do meio ambiente, eu estaria disposta a ser voluntária”. Estudante 2: “Científico não muito, porque eu não tenho muito entendimento. Mas, em áreas que eu tivesse um pouco de conhecimento, eu teria interesse. Acho bacana a gente poder tentar ajudar. Participar de um projeto científico também pode contribuir para o meu conhecimento sobre a ciência”. Estudante 3: “Sim, eu acho interessante pois contribui para minha vida, ajudo e aprendo algo bom para mim”.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O motivo do desprovimento do conhecimento dos alunos sobre ciência cidadã pode ser atribuído ao fato de que o tema é ainda pouco explorado e divulgado no Brasil. Segundo Queiroz e Viana (2020), o avanço virá na superação de barreiras, como a falta de financiamento para os projetos, disponibilidade das plataformas digitais integradas para abrigarem e apoiarem

os projetos, necessidade de capacitação de cientistas e participantes, elaboração de indicadores que valorizem a atuação dos cientistas para aproximar a Ciência da sociedade e prover infraestrutura para pesquisas interdisciplinares.

Quadro 6 - Resultados dos questionários dos alunos: categoria ciência cidadã

Questão 8 - O conhecimento científico pode ser elaborado por não cientista.				
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	Incerto/nenhum comentário
16,7%	16,7%	38,9%	13,9%	13,9%
Questão 9 - Pessoas que não pertencem ao mundo acadêmico podem realizar coleta de dados para a construção do conhecimento científico.				
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	Incerto/nenhum comentário
13,9%	11,1%	44,4%	19,4%	11,1%
Questão 10 - Pessoas leigas podem participar como voluntárias em projetos científicos.				
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	Incerto/nenhum comentário
11,1%	8,3%	41,7%	25%	13,9%
Questão 11 - A participação de pessoas leigas na produção do conhecimento científico é uma forma de democratizar o acesso à ciência.				
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	Incerto/nenhum comentário
5,6%	11,1%	41,7%	25%	16,7%
Questão 12 - A participação de não cientistas na ciência pode ser útil para a solução de problemas da vida diária.				
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	Incerto/nenhum comentário
8,3%	16,7%	41,7%	25%	8,3%
Questão 13 - O envolvimento de pessoas leigas na construção do conhecimento científico pode auxiliar na formulação de políticas públicas.				
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	Incerto/nenhum comentário
16,7%	8,3%	52,8%	5,6%	16,7%
Questão 14 - O envolvimento de não cientista na elaboração do conhecimento científico pode promover o exercício da cidadania.				
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	Incerto/nenhum comentário
5,6%	13,9%	55,6%	13,9%	11,1%
Questão 15 - O conhecimento científico deve ser amplamente comunicado.				
Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente	Incerto/nenhum comentário
-	-	38,9%	55,6%	5,6%
Questão 16 - A participação de uma pessoa leiga em projetos científicos é:				
Muito importante	Importante	Pouco importante	Nada importante	Insignificante
13,9%	44,4%	30,6%	5,6%	5,6%
Questão 17 - A comunicação entre profissionais da ciência e pessoas leigas é:				

Muito importante 41,7%	Importante 47,2%	Pouco importante 11,1%	Nada importante -	Insignificante -
---------------------------	---------------------	---------------------------	----------------------	---------------------

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Quadro 7 - Resultados dos questionários dos professores: categoria ciência cidadã

Questão 7 - O conhecimento científico pode ser elaborado por não cientista.				
Discordo totalmente 8,3%	Discordo parcialmente 25%	Concordo parcialmente 33,3%	Concordo totalmente 33,3%	Incerto/nenhum comentário -
Questão 8 - Pessoas que não pertencem ao mundo acadêmico podem realizar coleta de dados para a construção do conhecimento científico.				
Discordo totalmente 8,3%	Discordo parcialmente 8,3%	Concordo parcialmente 16,7%	Concordo totalmente 66,7%	Incerto/nenhum comentário -
Questão 9 - Não cientistas podem participar como voluntários em projetos científicos.				
Discordo totalmente 8,3%	Discordo parcialmente -	Concordo parcialmente 25%	Concordo totalmente 66,7%	Incerto/nenhum comentário -
Questão 10 - A democratização do acesso à Ciência pode ocorrer por meio da participação de pessoas leigas.				
Discordo totalmente 8,3%	Discordo parcialmente -	Concordo parcialmente 16,7%	Concordo totalmente 58,3%	Incerto/nenhum comentário 16,7%
Questão 11 - A democratização do conhecimento científico pode auxiliar a formulação de políticas públicas.				
Discordo totalmente -	Discordo parcialmente 8,3%	Concordo parcialmente 25%	Concordo totalmente 66,7%	Incerto/nenhum comentário -
Questão 12 - O envolvimento de não cientistas na elaboração do conhecimento científico pode promover o exercício da cidadania.				
Discordo totalmente 16,7%	Discordo parcialmente -	Concordo parcialmente 41,7%	Concordo totalmente 41,7%	Incerto/nenhum comentário -
Questão 13 - A divulgação científica para o público leigo é:				
Muito importante 83,3%	Importante 8,3%	Pouco importante 8,3%	Nada importante -	Insignificante -
Questão 14 - O envolvimento ativo de pessoas leigas em projetos científicos é:				
Muito importante 25%	Importante 58,3%	Pouco importante 8,3%	Nada importante -	Insignificante 8,3%
Questão 15 - O letramento científico é:				
Muito importante 25%	Importante 66,7%	Pouco importante -	Nada importante 8,3%	Insignificante -

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Os participantes da pesquisa acreditam que o conhecimento científico pode ser elaborado por não cientistas a partir da coleta de dados para a construção do conhecimento, mas os alunos desconhecem os requisitos para

que voluntários atuem, considerando importante o envolvimento ativo de pessoas leigas em projetos científicos. Os alunos manifestaram interesse em participar como voluntários em projetos científicos, uma vez que essa experiência pode proporcionar o desenvolvimento pessoal e profissional.

É importante lembrar que o envolvimento dos adolescentes em diferentes ações e projetos de Ciência pode incentivar a vocação científica (Stekolschik *et al.*, 2010) e a ação voluntária desenvolve hábitos de cooperação, solidariedade, espírito cívico, propiciando a democratização do acesso à Ciência. Porém, os resultados evidenciam a necessidade de esclarecer como a democratização do acesso à Ciência colabora para a formulação de políticas.

A apropriação da Ciência, pela sociedade, é uma forma de mitigar a circulação de notícias falsas, pois a sua prática estimula a consciência crítica. Ponciano (2019) afirma que, na atualidade, as pessoas são muito mais sensibilizadas por mitos, por fatos que não são verdadeiros. O autor ressalta que *fake news* teriam impacto menor se a ciência cidadã e a comunicação, com a consequente apropriação dos resultados, fossem práticas recorrentes.

Contudo, os resultados obtidos demonstram que alunos e professores concordam parcialmente que a atuação de leigos, na produção do conhecimento científico, é uma forma de democratizar o acesso à Ciência e promover o exercício da cidadania. Considerando essa noção, depreende-se que a ciência cidadã precisa ser mais difundida nas comunidades, sobretudo em escolas.

A maioria dos discentes e docentes é favorável à ampla difusão do conhecimento e da literacia científica, o que está em consonância com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular, que define o conjunto de aprendizagens e habilidades essenciais que devem ser desenvolvidas ao longo da educação básica (Brasil, 2018). Projetos colaborativos fundamentados nos princípios da ciência cidadã favorecem a democracia científica, pois influenciam a forma como as pessoas veem as diferentes situações do mundo, promovendo a educação e o letramento científico, o que, conseqüentemente, influencia a participação do cidadão na tomada de decisão a respeito dos problemas sociais e a formulação de políticas.

A abordagem da categoria dos RSU foi desmembrada em conceito, impacto à saúde e ao meio ambiente, qualidade de vida, sustentabilidade ambiental, e consciência ambiental. Os resultados constam nos quadros 8, 9 e 10.

Quadro 8 – Entrevistas com os alunos: questões sobre RSU

<p>Estudos na área do meio ambiente são importantes? Por quê?</p>	<p>Estudante 1: “São importantes porque meio ambiente, natureza, é tudo o que precisamos, pois o ser humano precisa da natureza e do meio ambiente. Então, é importante ter novas descobertas, novas ciências sobre a natureza, para a gente entrar em equilíbrio com o meio ambiente, para o cuidado e a preservação dos recursos naturais”.</p> <p>Estudante 2: “Eu acho que sim, porque tem muita poluição, o meio ambiente está acabando e não há respeito. Por exemplo, há países que têm leis para preservar o meio ambiente, mas muita gente não tem o mínimo de zelo. Os estudos são importantes, pois precisamos do meio ambiente para viver, A gente tem que cuidar e conservar, por isso esses estudos são muito importantes”.</p> <p>Estudante 3: “Sim, é sempre bom ter pessoas que entendem e que orientam sobre as coisas ruins que pode causar sobre o meio ambiente”.</p>
<p>Considera a cidade em que reside limpa?</p>	<p>Estudante 1: “[...] na questão do lixo, aqui em Formiga, eu acho que pode melhorar, ainda. Não está 100% bom, porque lixo é uma coisa que a gente produz todo dia; é uma coisa que nunca vai acabar, e é uma coisa que prejudica tanto a gente quanto a natureza; não é uma coisa saudável. Temos o caminhão do lixo, que faz a coleta, a reciclagem. Mas, no bairro que eu moro, o lixeiro passa às 7h, então, muita gente deixa de pôr o lixo para fora porque não acordou E tem gente que não quer que o lixo fique dentro de casa, e põe o lixo para fora depois que o caminhão de coleta já passou, e não liga se cachorros vão esparramar o lixo na rua [...]”.</p> <p>Estudante 2: Não. A limpeza do meio ambiente em Formiga não é boa. Muitas vezes, quando eu saio na rua, eu vejo que as pessoas não têm zelo. Você vê muito lixo jogado nas ruas. Na rodoviária, tem lixeiras seletivas e muita gente não sabe usar e jogam no chão”.</p> <p>Estudante 3: “Mais ou menos; acho que o pessoal que cuida disso deveria ser mais rígido com as pessoas que sempre estão poluindo e jogando o lixo na rua, nos rios”.</p>
<p>No seu bairro há coleta seletiva de lixo?</p>	<p>Estudante 1: “Tem a coleta do lixo úmido e a coleta do lixo reciclável. Lixo úmido passa segunda, quarta e sexta e lixo reciclado terça, quinta e sábado”.</p> <p>Estudante 2: “Não tenho certeza, mas eu acho que não. Não vejo caminhão de coleta seletiva passar no meu bairro, só o caminhão normal e não há uma separação”.</p> <p>Estudante 3: “Sim”.</p>
<p>Você sabe o que é RSU? Explique.</p>	<p>Estudante 1: “É o lixo que a gente produz”.</p> <p>Estudante 2: “Não sei”.</p> <p>Estudante 3: “Eu tenho noção do que seja mais não sei explicar; é lixo, matéria orgânica”.</p>
<p>O entorno da sua escola é limpo?</p>	<p>Estudante 1: “Acho que é limpo na medida do possível, porque minha escola fica no centro de Formiga. Muita gente passando, e não é totalmente limpo. O interior da escola é limpo, mas ao redor não. É um lugar cercado por lojas, as pessoas põem caixas de papelão para fora, e a coleta é feita na parte da tarde”.</p>

Estudante 2: “Por dentro da escola é limpo. Mas em volta, na rua, nem tanto. Dependendo do dia, até tem as pessoas varrendo a rua; mas dependendo do dia tem bastante lixo. É mais sujo nas beiradas do passeio” Estudante 3: “Mais ou menos. O pessoal limpa, mas sempre tem pessoas que ficam jogando lixo nos arredores, então, muitas vezes, fica sujo”.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Mais de 60% dos alunos possuem pouca compreensão sobre o significado de RSU e esse fato preocupa pois o desinteresse pelos impactos socioambientais causados está diretamente associado à falta de compreensão e apreensão dos conceitos relacionados aos resíduos sólidos (Francelin, 2015).

Quadro 9 - Resultados dos questionários dos alunos: questões da categoria RSU

Questão 18 - Quando você ouve ou lê o termo “Resíduos Sólidos Urbanos”, você tem:				
Uma compreensão clara do significado 38,9%	Uma noção geral do significado 30,6%		Pouca compreensão do significado 30,6%	
Questão 19 - O descarte incorreto do lixo gera impactos negativos à saúde e ao meio ambiente.				
Discordo totalmente 5,6%	Discordo parcialmente -	Concordo parcialmente 5,6%	Concordo totalmente 86,1%	Incerto/nenhum comentário 2,8%
Questão 20 - Os resíduos sólidos são descartados corretamente em sua cidade.				
Discordo totalmente 36,1%	Discordo parcialmente 30,6%	Concordo parcialmente 22,2%	Concordo totalmente 2,8%	Incerto/nenhum comentário 8,3%
Questão 21 - O lixo tratado corretamente melhora o bem-estar físico e psicológico das pessoas.				
Discordo totalmente -	Discordo parcialmente 2,8%	Concordo parcialmente 13,9%	Concordo totalmente 77,8%	Incerto/nenhum comentário 5,6%
Questão 22 - Buscar o equilíbrio entre o suprimento das necessidades humanas e a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais é:				
Muito importante 69,4%	Importante 27,8%	Pouco importante -	Nada importante 2,8%	Insignificante -
Questão 23 - Quando você vai às compras, escolhe produtos que agridam menos o meio ambiente.				
Discordo totalmente 5,6%	Discordo parcialmente 11,1%	Concordo parcialmente 30,6%	Concordo totalmente 33,3%	Incerto/nenhum comentário 19,4%
Questão 24 - A conscientização sobre o meio ambiente e a sustentabilidade é:				
Muito importante 97,2%	Importante 2,8%	Pouco importante -	Nada importante -	Insignificante -

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Quadro 10 - Resultados dos questionários dos professores: questões da categoria RSU

Questão 16 - Todo material descartado, nos estados sólido e semissólido, resultante das atividades humanas, pode ser considerado como resíduos sólidos urbanos.				
Discordo totalmente 8,3%	Discordo parcialmente 8,3	Concordo parcialmente 25%	Concordo totalmente 41,7%	Incerto/nenhum comentário 16,7%
Questão 17 - A gestão incorreta dos resíduos sólidos gera impactos negativos à saúde e ao meio ambiente.				
Discordo totalmente -	Discordo parcialmente -	Concordo parcialmente -	Concordo totalmente 91,7%	Incerto/nenhum comentário 8,3%
Questão 18 - Os resíduos sólidos são descartados corretamente em sua cidade.				
Discordo totalmente -	Discordo parcialmente 41,7%	Concordo parcialmente 50%	Concordo totalmente 8,3%	Incerto/nenhum comentário -
Questão 19- A gestão adequada do lixo contribui para o bem-estar físico e psicológico das pessoas.				
Discordo totalmente -	Discordo parcialmente -	Concordo parcialmente 16,7%	Concordo totalmente 83,3%	Incerto/nenhum comentário -
Questão 20 - Buscar o equilíbrio entre o suprimento das necessidades humanas e a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais é:				
Muito importante 83,3%	Importante 8,3%	Pouco importante -	Nada importante -	Insignificante 8,3%
Questão 21 - A conscientização sobre o meio ambiente e a sustentabilidade é:				
Muito importante 91,7%	Importante -	Pouco importante -	Nada importante -	Insignificante 8,3%

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Cerca de 90% dos entrevistados concordam que a gestão incorreta do lixo gera impactos negativos à saúde e ao meio ambiente. Na percepção da maioria dos docentes e discentes, Formiga não é uma cidade limpa, devido ao modo inadequado como a população trata o lixo. Apesar de a prefeitura realizar a coleta seletiva em toda a área urbana, as pessoas negligenciam o cuidado correto dos resíduos, depositando o lixo em locais impróprios e nos dias em que sabem que não é realizada a coleta.

Da mesma forma, a limpeza nos arredores da Escola Estadual Rodolfo Almeida é considerada insuficiente porque as pessoas descartam lixo nas esquinas e calçadas ao redor da escola. Há alunos que não compreendem o impacto que a produção e o tratamento do lixo têm na qualidade de vida. Mas a maioria considera importante ter estudos na área do meio ambiente, o que

corroborar com a proposta didática. De acordo com os participantes, é preciso equilibrar as demandas do ser humano e a preservação dos recursos naturais. Percebem que a poluição degrada o meio ambiente e prejudica o bem-estar das pessoas. Apesar disso, apenas um terço dos alunos escolhe produtos que agradam menos o meio ambiente quando vão às compras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda um campo pouco divulgado e incentivado no Brasil, a ciência cidadã possibilita o engajamento do público leigo com a pesquisa científica, ampliando a construção e democratização da Ciência e do conhecimento. Iniciativas de ciência cidadã são importantes, porque, além de aproximar o cidadão leigo dos processos e procedimentos da construção do conhecimento científico, propicia o exercício da cidadania ativa, envolvendo a população na tomada de decisões em relação aos problemas locais, como o descarte do lixo que, ao ser realizado de forma incorreta, acarreta impactos negativos ao meio ambiente e à sociedade.

Tendo em vista a necessidade de educar e conscientizar jovens e adolescentes sobre a importância de práticas sustentáveis e a preservação do meio ambiente, sobretudo na área de resíduos sólidos, o objetivo que permeou a descrição da pesquisa, neste artigo, foi analisar as possibilidades e potencialidades de alunos e professores do ensino médio, no município de Formiga, atuarem na área de resíduos sólidos, com base nos fundamentos da ciência cidadã.

Observa-se que a maior parte dos entrevistados possui uma compreensão limitada sobre a Ciência e desconhecem as práticas de ciência cidadã e não têm conhecimento sobre a possibilidade da participação de leigos em pesquisas científicas. Entretanto, reconhecem que a atuação de não cientistas em projetos científicos é fundamental para a difusão do conhecimento e desenvolvimento.

Ficou evidente a necessidade de conscientizar a população formiguense quanto ao descarte adequado do lixo. Portanto, foi elaborada uma proposta didático-pedagógica fundamentada nos princípios da ciência cidadã para

subsidiar a atuação dos docentes e participação voluntária dos discentes, na área de RSU, na cidade de Formiga/MG.

Elaborou-se, também, uma proposta didático-pedagógica para atuação de professores e alunos em um projeto de educação ambiental, na área de resíduos sólidos, sob a perspectiva da abordagem da ciência cidadã, com um protocolo dividido em cinco passos: (1) aula expositiva caracterizando a ciência cidadã e a problemática dos RSU no meio ambiente; (2) organização de grupos de alunos; (3) coleta dos resíduos sólidos; (4) pesagem do lixo coletado e tabulação dos dados; (5) reflexão final. A implantação da proposta didática, nas escolas, como projeto educacional na área de RSU, pode contribuir efetivamente para a formação científica dos alunos e a conscientização ambiental quanto à redução do lixo gerado e o descarte dos resíduos.

Uma vez que o estudo foi limitado a um grupo de 12 professores e 36 alunos, os resultados não podem ser generalizados. Entretanto, acredita-se que a proposta pode ser motivante, no sentido de fomentar a participação da comunidade escolar nos problemas públicos, sobretudo na gestão do lixo e cuidado com o meio ambiente, auxiliando na conscientização dos adolescentes quanto ao exercício da cidadania científica. Considerando que as pesquisas sobre ciência cidadã ainda são escassas no Brasil, o estudo aqui apresentado pode servir como aporte para novas pesquisas e inspirar a implementação de projetos de ciência cidadã.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Maria Adelita Saraiva de *et al.* A percepção sobre os resíduos sólidos dos alunos de uma escola pública de ensino médio em Santarém, Pará, Brasil. **Revista Educação Ambiental em Ação**, Novo Hamburgo, v. 20, n. 69, 2019, p. 01. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3811>. Acesso em: 27 abr. 2020.

ANDRADE, Rafael Medeiros de; FERREIRA, João Alberto. A gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil frente às questões da globalização. **Revista Eletrônica do Prodepa**, Fortaleza, v. 6, n.1, 2011, p. 7-22.

ARAÚJO, Kássia Karina; PIMENTEL, Angélica Kelly. A problemática do descarte irregular dos resíduos sólidos urbanos nos bairros Vergel do Lago e Jatiúca em Maceió, Alagoas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 4, n. 2, 2016, p. 626-668.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2018/2019**. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 29 mar. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10.004**: resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSUNPÇÃO, Lillian; ARAÚJO, Eloísa Antônia; LOPES, Natália Pirani Ghilard. Ciência cidadã nas escolas e a percepção das crianças em relação aos resíduos sólidos em seu entorno: um relato de experiência. **Revista da SBEnBio**, São Paulo, v. 1, n. 9, 2016, p. 528-539.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BONNEY, Rick *et al.* Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. **BioScience**, v. 59, n. 1, 2009, p. 977-984.

BONNEY, Rick. Citizen science: a lab tradition. **Living Bird**, Nova York, v. 15, n. 01, 1996, p. 07-15.

BRASIL. **Consumo sustentável**: manual de educação. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/ Idec, 2005. 160 p. Disponível em: <https://idec.org.br/file/22484/download?token=dexNzCBC>.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. **Política nacional de resíduos sólidos**. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Brasília: Congresso Nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 21 jul. 2020.

BROEDER, Lea Den *et al.* Citizen science for public health. **Health Promotion Internacional**, London, v. 33, n. 3, 2018, p. 505-514.

BUENO, Chris. Envolver não cientistas em pesquisas pode apoiar a aprendizagem e o engajamento do público com a ciência. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.71, n. 1, 2019, p.16-19.

CHALMERS, Alan Francis. **O que é ciência afinal?** Tradução Raul Fiker, São Paulo: Brasiliense, 1993.

CITIZEN SENSE. **Air quality egg and the makers**. 2013. Disponível em: <https://citizensense.net/air-quality-egg/>. Acesso em: 27 mar. 2020.

DICKINSON, Janis; ZUCKERBERG, Benjamim; BONTER, David. Citizen science as an ecological research tool. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 41, n. 1, 2010, p. 149-172.

FERREIRA, Caroline Lins Ribeiro; PEREIRA, Kelci Anne; LOGAREZZI, Amadeu Montagnini. Educação ambiental dialógico-crítica e educação do campo: buscando caminhos contra hegemônicos. **Ambiente & Educação**, v. 25, n. 2, p. 417-447, 2020.

FRANCELIN, Lismaria Palato. **O ensino de geografia e a educação ambiental: um estudo de caso com resíduos sólidos urbanos em Bauru (SP)**. 2015. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2015.

FRANCO, Jussara Botelho; LOUREIRO, Carlos F. Bernardo. Aspectos teóricos e metodológicos do círculo de cultura: uma possibilidade pedagógica e dialógica em educação ambiental. **Ambiente & Educação**, v. 17, n. 1, p. 11-27, 2012.

GREENEMEIER, Larry. Scientists scanning our solar system need your help to find asteroids for the exploration of their mineral properties. **Scientific American**, 2014. Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/citizen-science/zooniverse-asteroid-zoo/>. Acesso em: 27 mar. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/formiga.html>. Acesso em: 16 jan. 2022.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Política Nacional de Educação Ambiental**. 2023. <https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/politicas/pnea.html>. Acesso em: 09 nov 2023.

IRWIN, Alan. **Citizen science: a study of people, expertise and sustainable development**. London and New York: Routledge, 1995.

IRWIN, Alan. Constructing the scientific citizen: science and democracy in the biosciences. **Public understanding of Science**, New York, v.10, n. 1, 2001, p. 01-18.

KOBORI, Hiroyuki *et al.* Citizen science: a new approach to advance ecology, education, and conservation. **Ecological Research**, Kyoto, v. 31, n. 1, 2016, p. 01-19.

KOSMINSKY, Luis; GIORDAN, Marcelo. Visões sobre ciências e sobre o cientista entre estudantes do ensino médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 15, n. 1, 2002, p. 11-18.

KUHN, Thomas Samuel. **A estrutura das revoluções científicas**. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 1978.

KULLENBERG, Christopher; KASPEROWSKI, Dick. What is citizen science? Scientometric meta-analysis. **PlosOne**, v. 11, n. 1, 2016, e0147152.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LAKATOS, Imre. **Falsificação e metodologia dos programas de investigação científica**. Edições 70, 1999.

MELO, Maria Regina da Silva; GUEDES, Neiva Maria Robaldo. Instituto Arara Azul: integrando conservação, ciência cidadã e turismo sustentável. X SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, I SEMINÁRIO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU. **Anais [...]**, ago. 2019.

NATIONAL WEATHER SERVICE UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. **Cooperative Observer Program (COOP)**. Disponível em: <https://www.weather.gov/coop/overview>. Acesso em: 27 mar. 2020.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO. **PMSB**, 2016. Disponível em: http://www.formiga.mg.gov.br/arquivos/recursos_humanos/versofinalvolumei.pdf. Acesso em: 24 mar. 2020.

PONCIANO, Leandro. **Estímulo à curiosidade e envolvimento com a pesquisa científica**: comunidade é chamada a participar de projetos científicos pela PUC-Minas. Estado de Minas Educação, 2019. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/especiais/educacao/2019/07/29/internas_educacao,1073208/envolvimento-com-pesquisa.shtml. Acesso em: 24 mar. 2020.

POPPER, Karl Raimund. **A lógica da pesquisa científica**. Tradução de Leônidas Hegenberg e Octanny Silveira da Mota. São Paulo: Cultrix, 2007, 567 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FORMIGA. Disponível em: <https://www.formiga.mg.gov.br/>. Acesso em: 29 mar. 2020.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ASSENTAMENTOS HUMANOS. ONU-HABITAT. **Humanidade produz mais de 2 bilhões de toneladas de lixo por ano, diz ONU em dia mundial**. Nações Unidas Brasil, 2018. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/humanidade-produz-mais-de-2-bilhoes-de-toneladas-de-lixo-por-ano-diz-onu-em-dia-mundial/>. Acesso em: 27 abr. 2020.

QUEIROZ, Caren; VIANA, Blande. Ciência cidadã para além da coleta de dados. **Com Ciência**. Revista Eletrônica de Jornalismo Científico. 2020. Disponível em: <https://www.comciencia.br/ciencia-cidada-para-alem-da-coleta-de-dados/>. Acesso em: 1º nov. 2021.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **Introdução a uma ciência pós-moderna**. Rio de Janeiro: Graal, 1989.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **Um discurso sobre as ciências**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

SILVA, Afrânio *et al.* **Sociologia em movimento**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2016, p. 398.

SOARES, Marinalva Dias; SANTOS, Rafael. Ciência cidadã: o envolvimento popular em atividades científicas. **Revista Ciência Hoje**, São Paulo, v. 47, n. 281, 2011, p. 38-43.

STEKOLSCHIK, Gabriel. Does the public communication of science influence scientific vocation? Results of a national survey. **Public Understanding of Science**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 5, 2010, p. 625-637.

STRASSER, Bruno. “Citizen science”? Rethinking science and public participation. **Science & Technology Studies**, Nova York, v. 32, n. 2, 2019, p. 52-76.

TAVARES, Jimy Carter Lima. **Caracterização dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Maceió-Al**. 2008. 114p. Dissertação (Mestrado em Engenharia: Recursos Hídricos e Saneamento) - Universidade Federal de Alagoas, Centro de Tecnologia, Maceió, 2008.

ÚLTIMAS NOTÍCIAS. **População descarta lixo de forma irregular em vários bairros de Formiga**. Jan. 2019. Disponível em: <https://www.ultimasnoticias.inf.br/noticia/populacao-descarta-lixo-de-forma-irregular-em-varios-bairros-de-formiga/>. Acesso em: 2 abr. 2020.