JOURNAL OF EDUCATION, SCIENCE AND HEALTH – JESH
Revista de Educação, Ciência e Saúde
DOI: https://www.doi.org/10.52832/jesh.v3i3.174
Home page: https://bio10publicacao.com.br/jesh
e-ISSN: 2763-6119

IGARAPÉS COMO ESPAÇO EDUCACIONAL NÃO FORMAL PARA ESTUDANTES DE UMA ESCOLA PÚBLICA NO INTERIOR DO ESTADO DO AMAZONAS, BRASIL

STREAMS AS A NON-FORMAL EDUCATIONAL SPACE FOR STUDENTS OF A PUBLIC SCHOOL IN THE COUNTRYSIDE OF THE STATE OF AMAZONAS, BRAZIL

ARROYOS COMO ESPACIO EDUCATIVO NO FORMAL DE ESTUDIANTES DE UNA ESCUELA PÚBLICA DEL INTERIOR DEL ESTADO DE AMAZONAS, BRASIL

Érica Estevao Gomes[1]; Rayciane Campos Coelho[2]; Ronaldinho Coelho Pinheiro[3]; Rimone dos Santos Córdova Oliveira[4]; Edson Oliveira dos Santos[5]; Elenilson Silva de Oliveira[6]; Agmar José de Jesus Silva[7*]

[1-4]Graduandos em Licenciatura em Ciências: Biologia e Química pela Universidade Federal do Amazonas/Instituto de Natureza e Cultura (INC/UFAM), Benjamin Constant, Amazonas, Brasil; [5]Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Professor de Biologia da SEDUC/Amazonas, Benjamin Constant, Amazonas, Brasil; [6]Doutor em Sociedade e Cultura na Amazônia (PPGSCA/UFAM), Professor do Instituto Federal do Amazonas/Campus Tabatinga, Tabatinga, AM, Brasil; [7]Doutor em Ciências (Polímeros) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ), Professor de Química da SEDUC/Amazonas, Benjamin Constant, Amazonas, Brasil.
*Autor correspondente: agmarster@gmail.com

Recebido: 17/12/2022 | **Aprovado**: 28/06/2023 | **Publicado**: 20/07/2023

Resumo: Em consonância com as propostas curriculares do Novo Ensino Médio, da Base Nacional Curricular e do Referencial Curricular Amazonense, torna-se indispensável o emprego de metodologias diferenciadas na escola para promover um ensino contextualizado, interdisciplinar e participativo. Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo utilizar os ambientes (poluídos e não poluídos) de igarapés de Benjamin Constant, Amazonas, Brasil, como espaço não formal de ensino e aprendizagem de conceitos de biologia e química para alunos do ensino médio de uma escola púbica local. A pesquisa, de caráter qualitativo, utilizou um questionário semiestruturado para explorar conhecimentos prévios dos estudantes e aprofundar novas habilidades relacionadas à temática da poluição dos igarapés de Benjamin Constant por resíduos sólidos descartados inadequadamente pela população. Verificou-se que 80% dos alunos compreenderam a importância da reciclagem do lixo urbano, mas 20% não sabiam, até então, o significado dessa ação para a preservação do meio ambiente. Para 45% dos respondentes, a natureza como um todo é o principal prejudicado pelo descarte incorreto de resíduos sólidos urbanos, e não apenas os humanos ou outros animais, indicando que menos da metade dos estudantes possuía uma visão clara da gravidade desse problema. Por fim, 54% dos estudantes afirmaram que a lixeira era o destino final de seu lixo domiciliar, revelando ausência do hábito de separação desse material para coleta seletiva. Os resultados indicaram que houve ampliação do aprendizado sobre conceitos interdisciplinares de ciências (biologia e química) mediados a partir do espaço educacional não formal adotado.

Palavras-chave: Resíduos sólidos urbanos. Educação não formal. Educação ambiental. Ensino de Ciências.

Abstract: In consonance with the curriculum proposals of the New High School, the National Curricular Base and the Curricular Reference of the Amazon, the use of differentiated methodologies in school becomes essential to promote a contextualized, interdisciplinary, and participative teaching. In this context, this work aimed to use the environments (polluted and unpolluted) of streams of Benjamin Constant, Amazonas, Brazil, as a non-formal space for teaching and learning biology and chemistry concepts for high school students of a local public school. This research was of qualitative nature, and used a semi-structured questionnaire to explore students' previous knowledge and to deepen new abilities related to the theme of pollution of Benjamin Constant streams by solid waste incorrectly disposed by the population. It was verified that 80% of the students understood the importance of recycling urban waste, but 20% did not know, until then, the meaning of this action for the preservation of the environment. For 45% of the respondents, the nature is the main damaged by the incorrect disposal of urban solid waste, and not only humans or other animals, indicating that less than half of the students had a clear view of the gravity of this problem. Finally, 54% of the students said that dumps were the destination of their household waste, revealing lack of the habit of separating this material for selective collection. The

results indicated expansion of the learning about interdisciplinary science concepts (biology and chemistry) mediated from the non-formal educational space adopted.
Keywords: Urban solid waste. Non-formal education. Environmental education. Science teaching.

Resumen: En consonancia con las propuestas curriculares del Nuevo Enseño Medio, de la Base Común de Currículos Nacionales y de la Referencia Curricular Amazónica, es fundamental la utilización de instrucciones diferenciadas en la escuela para promover la enseñanza contextualizada, interdisciplinaria y participativa. Así, este trabajo tuvo como objetivo utilizar los ambientes (contaminados o no) de arroyos de Benjamin Constant, Amazonas, Brasil, como espacio no formal para la enseñanza y el aprendizaje de conceptos de biología y química para alumnos de secundaria de una escuela pública local. Cualitativa, la investigación utilizó un cuestionario semiestructurado para explorar conocimientos previos de los estudiantes y profundizar nuevas competencias relacionadas con el tema de la contaminación de los arroyos de Benjamin Constant por los residuos sólidos urbanos. Se comprobó que el 80% de los alumnos entendieron la importancia de reciclar residuos, pero el 20% desconocía, hasta entonces, el significado de esta acción para la preservación ambiental. Para el 45% de los encuestados, la naturaleza es la principal perjudicada por los residuos, y no sólo los seres humanos u otros animales, indicando que menos de la mitad de los estudiantes tenía una visión clara de la gravedad de este problema. Finalmente, el 54% de los estudiantes dicho que el basurero era el destino de sus residuos domiciliarios, revelando la falta del hábito de separación de estos materiales para la recolección selectiva. Los resultados indicaron ampliación del aprendizaje de conceptos científicos interdisciplinares (biología y química) mediados a partir del espacio educacional no formal adoptado.

Palabras-clave: Residuos sólidos urbanos. Educación no formal. Educación ambiental. Enseñanza de las ciencias.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o ensino médio está passando por mudanças devido à implantação do chamado Novo Ensino Médio (NEM) (Amazonas, 2021; Brasil, 2022). O NEM traz muitos desafios para as escolas de todo o País, o que não é diferente para o estado do Amazonas. As principais mudanças que se buscam estão alinhadas no sentido de "fortalecer o protagonismo juvenil, na medida em que se trabalha com o planejamento de vida dos estudantes, direcionando suas escolhas conforme preferências, necessidades e projeto de vida" (Brasil, 2022, p. 1). Para isso, estão sendo implementadas mudanças para toda a comunidade escolar, isto é, estudantes, professores e gestores escolares (Brasil, 2022).

Conforme Brasil (2022), o NEM busca atender necessidades, expectativas e aspirações dos jovens das gerações atuais, e elevar seu interesse em concluir os estudos pelo menos até o ensino médio. Ademais, vai ao encontro das demandas de implementação da Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio (BNCC), aprovada pelo Conselho Nacional de Educação e homologada pelo Ministério da Educação (MEC) em 2018 (Brasil, 2018).

No Estado do Amazonas, a implantação do NEM, além de se orientar pela BNCC, leva em consideração também as peculiaridades locais e as diferenças regionais, as quais estão estabelecidas no Referencial Curricular Amazonense (RCA-AM) (Amazonas, 2020). Essa nova proposta visa centralizar o aluno como protagonista de seu próprio aprendizado, seguindo um Projeto de Vida pensado e discutido junto à comunidade escolar, de forma que este jovem encontre sentido naquilo que está aprendendo e possa, a partir dos estudos, conseguir participação efetiva e consciente no mundo do trabalho (Amazonas, 2021).

Nesse sentido, a Proposta Curricular e Pedagógica do Ensino Médio no Amazonas (Amazonas, 2021) orienta sobre a importância de diversificar e incluir metodologias diferenciadas de ensino e aprendizagem, com foco na aprendizagem significativa dos estudantes. Por exemplo, trabalhar com atividades fora do ambiente formal de ensino, ou seja, fora da escola, aproveitando as potencialidades destes espaços.

A Aprendizagem Significativa (citada no parágrafo anterior, e visada neste trabalho), é muito discutida na literatura atual da área de educação e ensino, sendo defendida inicialmente e de forma sólida pelo psicólogo educacional David Ausubel (Ausubel, 2003; Moreira, 2010; Marques & Lima, 2019). Para Ausubel, diferentemente da aprendizagem mecânica (onde o aluno repete uma atividade várias vezes até decorar suas informações, mas sem compreender o real significado daquilo que decorou), a aprendizagem significativa é capaz de ampliar a abstração e a imaginação a partir do caráter prático das atividades e da associação entre os novos saberes e os conhecimentos prévios dos educandos (Marques & Lima, 2019; De Jesus Silva & Da Silva Egas, 2022). Segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, "[...] o educando tem sua aprendizagem potencializada a partir de seus conhecimentos prévios acerca de um determinado assunto ou objeto de estudo" (Marques & Lima, 2019, p. 2). Esses conhecimentos prévios são também denominados por Ausubel de "subsun**ç**ores"*, "*ideias-âncora"*,* ou ainda "âncoras de aprendizagem" (Ausubel, 2003, p. 2, Marques & Lima, 2019, p. 10). Dessa forma, Marques & Lima (2019) enfatizam que "[...] os saberes e experiências prévios alicerçados nas estruturas cognitivas dos educandos permitem atribuir significados às informações novas relacionadas de modo a facilitar o entendimento e a compreensão destas informações" (Marques & Lima, 2019, p.11).

Em termos de correntes de estudo, Ausubel é considerado representante do *cognitivismo*, isto é, uma teoria que "enfatiza o ato de conhecer, ou, mais precisamente, a forma como o ser humano descobre e compreende o mundo. Fazem parte desta teoria: o *construtivismo*, entendido como o indivíduo que constrói suas estruturas mentais, e o *interacionismo*, que está ligado à cultura como mediadora do conhecimento" (Oliveira, 2013, p. 108).

A estrutura cognitiva representa o conjunto de ideias, saberes e conceitos que o indivíduo já detém em sua mente, os quais geralmente se organizam de forma hierárquica (elementos mais específicos de conhecimento são ligados a conceitos mais gerais) e dependem das experiências e vivências de cada sujeito (Oliveira, 2013). Dessa forma, Oliveira (2013) assinala que a aprendizagem se torna significativa quando o educando consegue associar, em sua estrutura cognitiva, um novo conhecimento a outro já existente, o que ocorre pela *assimilação de conceitos*. Em outras palavras, a aprendizagem significativa se dá "através da interação dos novos conceitos com os *subsunçores* existentes" (Moreira, 2010, p. 110).

Nesse viés da aprendizagem significativa dos estudantes, a Proposta Curricular Amazonense sugere ainda "um estreitamento entre escola e sociedade, com a oportunização da imersão dos discentes em processos de aprendizagem que envolvam outros espaços difusores de informação e conhecimento" (Amazonas, 2021, p. 9).

> Assim, 36,40% dos estudantes questionados sugeriram a inclusão de componente curricular para aprofundamento de estudos, e 32,26% suscitaram a necessidade de desenvolver atividades e oficinas culturais na escola, envolvendo Cinema, Música, Dança, Teatro, Festivais, entre outros (Amazonas, 2021, p. 9).

Entre as metodologias diferenciadas e inovadoras que vêm sendo recomendas por muitos autores recentes, e pelo NEM e pela BNCC, destaca-se o uso de espaços não formais de educação no processo de ensino e aprendizagem (Colley, Hondkinson & Malcolm, 2002; Gohn, 2006; Dos Reis *et al.*, 2019; Araújo &

Costa, 2022; Pimenta & Faria, 2022; Ribeiro & Lima, 2022). Por exemplo, "os museus e os centros de ciências são ambientes potencialmente relevantes para a educação, especialmente quando se trata da educação científica" (Pimenta & Faria, 2022, p. 4).

Araújo & Costa (2022, p. 6) definem os espaços não formais, no contexto de ensino de ciências, como "ambientes fora da escola, que podem ser usados para o ensino de Ciências, mas que, originalmente, não foram concebidos para tal função". Esses espaços "[...] despertam sensações, memórias, emoções e propiciam diálogos entre os saberes da tradição, locais, e os saberes científicos [...]" (Araújo & Costa, 2022, p. 18), o que os tornam potentes ativadores de processos cognitivos em virtude de suas características próprias. Assim, cria-se um rico ambiente de ensino e aprendizagem que proporciona ao docente a possibilidade de relacionar diversos conteúdos lecionados em sala de aula com assuntos do cotidiano dos discentes.

Quando a multiplicidade de espaços e a riqueza de conhecimentos tradicionais da região Amazônica são consideradas e colocadas em questão, Araújo & Costa (2022), sabidamente e com razão, enfatizam que:

> No estado do Amazonas, há um universo de espaços não formais a serem conhecidos, explorados, pesquisados, que oferecem possibilidades para trabalhar os conteúdos de Ciências e relacioná-los com o que o aluno vivencia no dia a dia. Lembrando que falar de espaços não formais – particularmente, os amazônicos – é referir-se àqueles espaços de construção de saber que não são regulamentados por normas ou leis nacionais, tal qual a escola, mas que possuem suas próprias normas e se guiam por lógicas que validam o conhecimento construído na prática, no compartilhamento de experiências, pela vivência (Araújo & Costa, 2022, p. 3).

Benjamin Constant, no interior do Amazonas, não é diferente do restante do Estado, pois esse município apresenta todas as características de espaços não formais destacadas por Araújo & Costa (2022). Entre as opções, uma que merece destaque é o ambiente de igarapés (pequeno curso d`água, estreito e de pouca profundidade, mas geralmente navegável por embarcações de pequeno porte) (Alves, 2019), e rios da região, que atravessam áreas urbanas, sofrendo com o descarte incorreto de resíduos sólidos e de efluentes domésticos. A poluição desses locais se configura em um sério problema de degradação ambiental em plena região amazônica, tal como vem sendo apontado por estudos recentes (Araújo *et al.*, 2019; De Melo, Lima & De Araújo Pantoja, 2019; Silva *et al.*, 2022, Silva & Dias, 2023). Essa problemática envolve diretamente conteúdos interdisciplinares das áreas de biologia e química (disciplinas do ensino médio da educação básica), tais como meio ambiente, poluição e degradação ambiental, resíduos sólidos urbanos, doenças causadas pelo acúmulo de lixo, desenvolvimento sustentável, fauna, flora, equilíbrio ecológico, coleta seletiva, reciclagem, entre outros.

Portanto, observa-se que o ambiente dos igarapés de Benjamin Constant, considerando-se tanto as partes poluídas quanto as não poluídas, são locais que se caracterizam como importantes espaços educativos não formais, principalmente na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Esses locais, podem oferecer suporte ao desenvolvimento do currículo escolar por parte do docente, tanto no que se refere aos conteúdos programáticos diretos do currículo quanto para o desenvolvimento, em sala de aula, de uma perspectiva social e interdisciplinar que facilite a transposição didática junto aos estudantes, como sugerido por Palmieri & Silva (2017). Nesse sentido, esse espaço não formal pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem no ensino

escolar, além de contribuir para a alfabetização científica desses jovens, o que é uma construção delicada, contínua e que ultrapassa o ambiente da sala de aula (Marandino, 2001 apud Pimenta & Faria, 2022).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo utilizar os ambientes dos igarapés de Benjamin Constant, Amazonas, Brasil, como espaços não formais de ensino e aprendizagem de conceitos de biologia e química para alunos do ensino médio da Escola Estadual Nossa Senhora da Imaculada Conceição.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização do estudo

Com a finalidade de contribuir com o campo do ensino de ciências, em específico de biologia e química, explorando os espaços não formais constituídos pelos igarapés de Benjamin Constant, realizou-se uma pesquisa de caráter qualitativo. Nesse tipo de estudo, o pesquisador vai a campo buscando entender o fenômeno em estudo, e analisa o problema de forma detalhada e minuciosa, considerando as pessoas envolvidas no fenômeno e seus pontos de vista (Godoy, 1995; Figueiredo & Souza, 2008). Contudo, o trabalho também envolveu pesquisa descritiva e pesquisa bibliográfica (Gil, 2011), permitindo a análise de conceitos de forma indutiva, ou seja, do particular para o geral, possibilitando assim um posicionamento crítico acerca do objeto estudado e de suas particularidades.

Buscou-se resgatar conhecimentos prévios dos alunos, partindo-se do entendimento destes acerca dos ambientes tanto naturais quanto poluídos dos igarapés, para então aprofundá-los através da compreensão das transformações e das consequências ambientais oriundas do descarte indevido de resíduos sólidos urbanos nesses igarapés, uma vez que o ensino e aprendizagem em ciências pode ser construído a partir de espaços não formais diversos (Colley; Hondkinson & Malcolm, 2002; Gohn, 2006; Dos Reis *et al.*, 2019; Araújo & Costa, 2022; Pimenta & Faria, 2022; Ribeiro & Lima, 2022), como é o caso dos ambientes dos igarapés em questão.

2.2 Local da pesquisa e público-alvo

A pesquisa foi realizada no município de Benjamin Constant, Amazonas, Brasil, distante 1.121 km a oeste da Capital Manaus (Silva *et al.*, 2022). O município conta com uma população aproximada de 43.935 habitantes em 2020 (IBGE, 2020). O público-alvo foi um grupo de estudantes da 3ª série do ensino médio do turno noturno da Escola Estadual Nossa Senhora da Imaculada Conceição (turma T305).

2.3 Metodologia de coleta e análise de dados

Inicialmente foi feita uma atividade com os alunos, em sala de aula, a qual consistiu numa breve explanação da pesquisa e dos seus objetivos. Foram apresentados registros fotográficos de trechos poluídos e/ou degradados de igarapés locais. Um deles foi o Igarapé Esperança, na avenida Castelo Branco, região central de Benjamin Constant, onde periodicamente há acúmulo de diversos resíduos sólidos urbanos em uma ponte (Figura 1).

As imagens foram apresentadas com o objetivo de externar o problema aos alunos e entender a compreensão deles acerca da problemática em questão. Para isso, os discentes foram questionados sobre como esses resíduos poderiam estar prejudicando a saúde de animais e seres humanos que habitam o local. Nesse momento, houve espaço para um debate com os alunos, possibilitando trocas de informações sobre a questão. Posteriormente, realizou-se a coleta de dados através de um questionário semiestruturado, contendo cinco perguntas abertas e fechadas. Os questionários foram aplicados aos estudantes na data de 21/03/2022. Ao responderem às questões, os discentes puderam materializar suas opiniões de forma escrita.

Figura 1 – Igarapé Esperança, no centro de Benjamin Constant, Amazonas, Brasil com a presença de resíduos sólidos urbanos.



Fonte: Autores (2022).

A análise de dados foi de cunho interpretativo e reflexivo. Buscou-se avaliar e valorizar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a problemática em questão, assim como acompanhar a evolução conceitual, crítica e interpretativa deles a partir da participação na pesquisa.

Na etapa de transcrição de respostas, os estudantes respondentes dos questionários receberam codinomes (nomes fictícios) como "Surubim", "Sapo Cururu", "Cobra D`água" e "Golfinho", entre outros, para manter preservada a identidade dos participantes. Esses nomes foram escolhidos pelo fato de esses animais serem muito conhecidos e pertencentes à região amazônica, permitindo assim uma valorização da cultura e da fauna local associadas ao espaço não formal adotado.

A valorização de conhecimentos prévios citada nesse trabalho é defendida pelo teórico David Ausebel (já citado na introdução), em sua teoria sobre aprendizagem significativa (Ausubel, 2003; Moreira, 2010; Marques & Lima, 2019). Segundo Oliveira (2013), nessa teoria "[...] Ausubel valoriza os conhecimentos prévios dos alunos para a construção e recontrução de novos conhecimentos". A autor ainda complementa que "nesse processo, a aprendizagem se torna mais dinâmica e prazerosa, pois os alunos se sentem mais motivados e valorizados" (Oliveira, 2013, p. 109).

2.4 Aspectos éticos da pesquisa

Em cumprimento ao estabelecido pela resolução n°510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), antes de dar início ao preenchimento dos questionários, todos os participantes da pesquisa leram e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), concordando em participar da mesma.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As discussões construídas a seguir tiveram por base as respostas dos estudantes participantes da pesquisa, a qual envolveu os ambientes de igarapés de Benjamin Constant e a poluição por resíduos sólidos urbanos em tais ambientes. A partir dos dados obtidos foi feita uma análise crítica que buscou compreender o problema proposto e a evolução da aprendizagem interdisciplinar de conceitos de biologia e química dos estudantes participantes. Dessa forma, os ambientes tanto naturais quanto poluídos dos igarapés de Benjamin Constant foram tomados como um importante espaço não formal amazônico possibilitador de associações efetivas entre conhecimentos prévios e novas aprendizagens conceituais em biologia e química.

Mediante a pergunta "*Para você é importante a reciclagem do lixo?*" do questionário aplicado aos alunos, foi possível entender a visão deles sobre os impactos ambientais da presença de resíduos sólidos urbanos nos igarapés de Benjamin Constant, assim como as providências necessárias para minimizar esse problema (Tabela 1).

Tabela 1 – Entendimento dos estudantes em relação à importância de se reciclar o lixo.

Para você é importante a reciclagem do lixo?	
Sim	8 (80%)
Não	2 (20%)
Talvez	0 (0%)
Por quê?	Respostas discursivas

Fonte: Autores (2023).

A maior parte dos alunos (80%) entende a importância da reciclagem do lixo, e que ele pode causar danos à natureza quando descartado incorretamente (Tabela 1). O discente "Cobra Sucuri" descreve sobre a importância de se reciclar o lixo: *"É para a limpeza da cidade e da higienização pública que evita o mal cheiro e mau odor e livrar da poluição ambiental"*. Ainda, de acordo o participante, "Golfinho", é importante a reciclagem do lixo, pois ela gera muitos benefícios à sociedade: *"Na minha opinião, a reciclagem do lixo é importante, nos ajuda a diminuir o lixo e isso ajudam também em vários fatores"*.

Outras respostas interessantes dos participantes sobre essa questão:

"Surubim": *"Porque evita ficar jogados, e assim fazer com que doenças podem ser evitadas, e não sejam transmitidas pela poluição"*.

"Sapo Cururu": *"Porque se todo os tipos de lixo fossem reciclados não haveria lixo nos igarapés e nem nas ruas, e muitos ainda podem ganhar um sustento com tudo isso"*.

"Cobra D´água": *"Para não causar doenças, se não reciclamos o lixo vai atrair ratos, e ratos trazem doenças, uma delas a leptospirose. Por isso é bom reciclar o lixo para não atrair doenças"*.

Quando se analisa as respostas dos discentes acima, observa-se que todos eles conseguiram associar o assunto novo que lhes foi apresentado (reciclagem do lixo), a algum tipo de âncora (ou subsunçor), conforme preconiza a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (Ausubel, 2003). Contudo, percebe-se uma diferença notável no grau de compressão dos respondentes acerca do tema e, consequentemente, isso refletiu na diferença entre a quantidade de subsunçores que emergiram nas respostas de cada um deles, conforme mostra o Quadro 1. Observa-se que houve maior dificuldade de compreensão por parte do discente "Golfinho", que afirmou ser importante a reciclagem do lixo, mas não conseguiu descrever exatamente de que forma ela poderia beneficiar a sociedade. De modo análogo, o discente "Cobra D´água" também identificou apenas um subsunçor. Por outro lado, "Surubim" apresentou dois subsunçores, e "Cobra Sucuri" e "Sapo Cururu" conseguiram associar três e quatro subsunçores, respectivamente.

Quadro 1 – Identificação de subsunçores e descrição destes para diferentes sujeitos respondentes da pesquisa.

Sujeito	Quantidade de subsunçores	Descrição dos subsunçores
Cobra D´água	01	- Doenças causadas por ratos (leptospirose)
Golfinho	01	- Redução da quantidade de lixo
Surubim	02	- Limpeza urbana - Transmissão de doenças
Sapo Cururu	04	- Tipos de resíduos sólidos urbanos (lixos) - Poluição nas ruas da cidade - Poluição dos igarapés - Emprego e renda
Cobra Sucuri	03	- Limpeza urbana - Higiene pública - Redução da poluição ambiental

Fonte: Autores (2023).

Claramente se observa, na identificação de subsunçores do Quadro 1, a manifestação de diversos conhecimentos prévios importantes dos estudantes. Confirmou-se também que a capacidade de associação de subsunçores varia de aluno para aluno, e depende das experiências anteriores que formam uma hierarquia de conceitos de cada indivíduo, conforme descrito por Oliveira (2013).

Contudo, o mais importante é que esses subsunçores se associam aos novos conhecimentos (temas), como poluição de águas, educação ambiental, limpeza urbana, doenças transmissíveis por mosquitos e ratos, reciclagem, economia e renda, emprego, cidadania, entre outros. Dessa forma, os alunos poderão adquirir novos saberes escolares no ambiente da sala de aula advindos do espaço não formal dos Igarapés de sua região. Nessa perspectiva, o docente pode mostrar aos alunos que o lixo pode conter diferentes materiais (resíduos sólidos, tais como vidro, papéis, metais, plásticos, entre outros) que irão seguir diferentes rotas de processamento e transformações químicas para se tornarem novos produtos industrializados (Callister, 2007; Silva, 2017; Silva, 2020). No caso da reutilização, uma embalagem é transformada em outro artefato com uma nova função, geralmente através de um processo artesanal (Gouveia, 2012; Silva *et al.*, 2022). Em uma aula de biologia, o professor poderia adentrar o tópico de doenças transmissíveis pelo acúmulo de lixo nas cidades e nos Igarapés,

entre outras possibilidades.

Já em uma aula de química orgânica no ensino médio, o docente poderia, por exemplo, explorar conceitos sobre os polímeros constituintes das amostras plásticas (ou poliméricas) do resíduo sólido urbano, tempo de degradação no meio ambiente, restos de substâncias químicas presentes nas embalagens, adsorção de contaminantes, morte de animais que vivem em rios e igarapés devido à presença do plástico. Pesquisas recentes vêm alertando que animais podem morrer por sufocamento com objetos plásticos, ou podem ainda ingerir acidentalmente esses objetos e morrer por desnutrição ou obstrução do trato gastrointestinal, entre outros problemas relacionados, tal como reportado por Silva *et al.* (2022) e Montagner *et al.* (2021). Tem-se ainda a decomposição desses materiais em micro e nanoplásticos, os quais entram na cadeia e teias ecológicas como um problema ambiental (Andrady, 2011; Cole *et al.*, 2011, Revel, Châtel & Mouneyrac, 2018; Montagner *et al.*, 2021). Assim, observa-se uma riqueza de conceitos de biologia e química que podem ser trabalhados e explorados com os alunos em sala, de forma interdisciplinar.

Em todos os casos citados, os subsunçores que emergiram na mente dos estudantes a partir do espaço não formal adotado vão adquirindo novas fronteiras de conhecimento, que ressignificam saberes já existentes, aumentando a estabilidade cognitiva dos educandos (Moreira, 2010). Para Ausubel, o subsunçor atua como "um conhecimento prévio especificamente relevante para uma nova aprendizagem" (Moreira, 2010, p. 5), o que justifica, no caso em questão, o potencial de aprendizagem significativa a partir da estimulação, nos estudantes, de subsunçores associados aos espaços não formais constituídos pelos igarapés de Benjamin Constant.

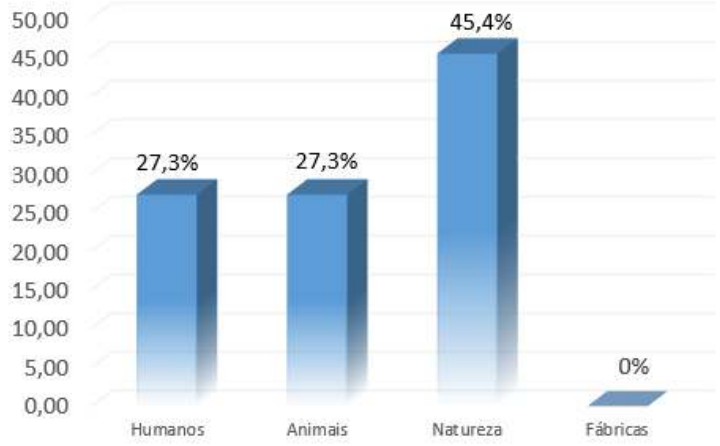
Contudo, conforme Araújo e Costa (2022), é de suma importância um planejamento bem elaborado e completo da atividade a ser desenvolvida no espaço não formal selecionado, para que o aluno não se perca em suas ideias e na diversidade de possibilidades de se relacionar conteúdos escolares com conhecimentos prévios. É fundamental que o aluno consiga relacionar o que vê com os conteúdos escolares pretendidos. "Por isso é necessário que a ação do professor seja eficiente ao mobilizar o processo cognitivo da atenção nesses espaços" (Araújo & Costa, 2022, p. 17).

Com relação aos 20% dos estudantes, que não souberam responder sobre a importância da reciclagem, ficou evidente a necessidade de se trabalhar essa temática nas escolas e, principalmente, de explorar espaços não formais como este em questão, na forma de recurso potencializador do processo de ensino e aprendizagem de conceitos em biologia e química. Mesmo para esses alunos que não apresentaram nenhum conhecimento prévio sobre reciclagem, foi possível utilizar os chamados "organizadores prévios" (Moreira, 2010, p. 11), que é um recurso empregado na perspectiva da aprendizagem significativa ausubeliana quando o aprendiz não dispõe de subsunçores adequados para assimilar novos conhecimentos (Moreira, 2010). Esses organizadores, quando bem utilizados, criam uma ponte que conecta o que o aluno sabe com aquilo que deveria saber para que o material e ou/recursos empregados sejam potencialmente significativos, permitindo a integração de novos conhecimentos à estrutura cognitiva do estudante, ao mesmo tempo em que lhe permite diferenciá-los de outros conhecimentos já assimilados (Moreira, 2010). Na situação dos igarapés de Benjamin Constant, o uso de alguns organizadores prévios durante o debate com os alunos participantes foi facilitado devido à familiaridade destes estudantes com o ambiente dos igarapés, tão comuns na vida do morador do interior do Amazonas.

Segundo informação do Senado brasileiro (Oliveira, 2021), 40,5% do resíduo sólido urbano (RSU) no Brasil tem ainda destino inadequado. Essa situação tende a se agravar em cidades brasileiras de modo geral, devido principalmente ao aumento populacional e à cultura do consumismo desenfreado, juntamente com a falta de infraestrutura e a má gestão dos resíduos sólidos em muitos desses municípios, sobretudo na região norte (Lima, 2012). Por isso é de suma importância trabalhar esse tipo de temática em sala de aula, para despertar nos jovens atitudes de consciência ambiental, além de cumprir conteúdos curriculares de biologia e química do ensino médio. Os resultados indicam que a consciência ambiental dos estudantes participantes foi, de certa forma, melhorada na estrutura cognitiva deles, utilizando subsunçores já existentes ou aqueles criados a partir das discussões promovidas sobre os ambientes dos igarapés de Benjamin Constant e sua contaminação por resíduos sólidos urbanos.

A Figura 2 apresenta as respostas dos alunos em relação à pergunta "*No seu ponto de vista, o descarte inadequado de lixo no meio ambiente prejudica quem?"*. Nota-se que 27,3% dos estudantes afirmaram que o descarte inadequado de lixo no meio ambiente prejudica humanos e, igualmente, outros 27,3% afirmaram que prejudica outros animais. Por outro lado, para 45% dos respondentes, a natureza como um todo é o principal prejudicado pelo descarte incorreto dos resíduos sólidos urbanos, e não apenas os humanos ou outros animais. Esse resultado indica que menos da metade dos estudantes dessa turma possuíam uma visão mais clara sobre a gravidade do problema ambiental associado ao descarte inadequado do lixo. Frente a esse resultado, seria oportuno discutir com os estudantes, em um momento posterior, a diversidade de impactos ambientais que podem ser causados ao meio ambiente quando os resíduos sólidos são descartados indevidamente. Traçando-se um paralelo com a lógica ausubeliana da aprendizagem significativa (Ausubel, 2003; Moreira, 2010), observa-se que, embora os ambientes não formais dos igarapés de Benjamin Constant tenham sido uma boa escolha para acessar alguns conhecimentos prévios dos estudantes (Quadro 01), alguns deles apresentaram dificuldades em buscar em suas estruturas cognitivas ideias-âncora relevantes que se associassem bem ao alvo principal do descarte inadequado dos resíduos sólidos urbanos, que é a natureza como um todo.

Figura 2 – Categorias prejudicadas pelo descarte inadequado de lixo no meio ambiente.

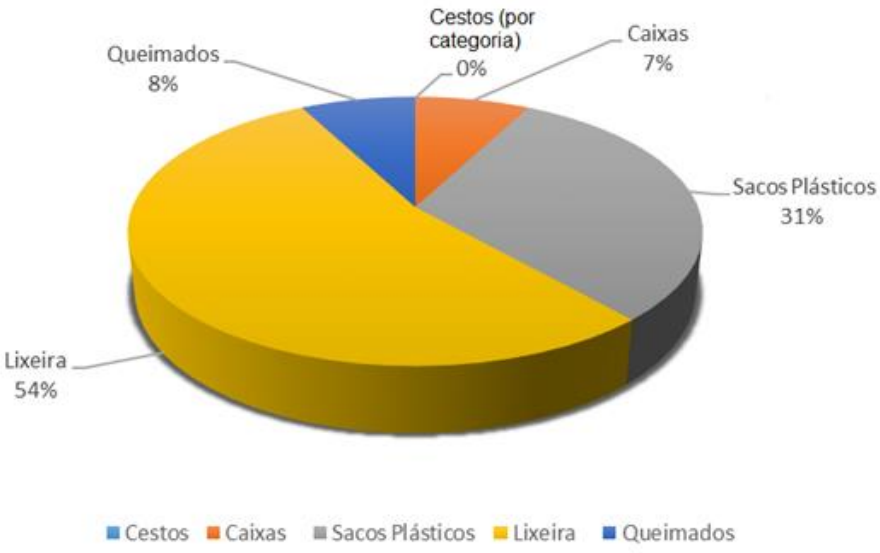


Fonte: Autores (2023).

Nenhum estudante afirmou que o descarte inadequado do lixo pudesse prejudicar as fábricas (aqui representadas também pelas indústrias), mas sabe-se que elas podem sim ser prejudicadas com esse descarte inadequado. Isto porque, desde que a Lei 12.305/2010 (Brasil, 2010) foi criada, a qual tratou da instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), as empresas passaram a estar sujeitas à multas de valores variados, caso descumpram a legislação em vigor, podendo até mesmo ter suas atividades suspensas. Isso sem falar na perda de reputação perante a população e ao mercado, o que pode afastar sobremaneira clientes e investidores.

Na terceira pergunta os alunos responderam ao questionamento relativo aos seus hábitos de separação e acomodação do lixo domiciliar (Figura 3). A maioria dos estudantes (54%) relataram alocar seu lixo em lixeiras, 31% em sacos plásticos, 7% em caixas, e 0% afirmaram separar o lixo em cestos (por categoria). Além destes, 8% afirmaram que queimam seus resíduos sólidos, prática expressamente proibida pela Lei 12.305/2010 (Brasil, 2010), em seu Artigo 47, e também pela Lei de Crimes Ambientais, a Lei nº 9.605 de 1998 (Brasil, 1998). A queima do lixo contendo, por exemplo, materiais plásticos, pode gerar produtos tóxicos diversos (SO_2, NO_2, dioxinas, furanos, vapores de HCl e HCN, entre outros compostos) (Baird, 2002; Unep, 2019), contaminando o ar de residências vizinhas, além de causar riscos de incêndios.

Figura 3 – Hábitos de separação e acomodação do lixo domiciliar citados pelos alunos.



Fonte: Autores (2023).

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente "A queima do lixo plástico aumenta o risco de doenças cardíacas, agrava doenças respiratórias, como asma e enfisema, causa irritações na pele, náusea e dores de cabeça, e prejudica o sistema nervoso" (Unep, 2019, n.p.). Uma das classes de compostos químicos mais letais advindas da queima do lixo plástico são as dioxinas, um tipo de poluente orgânico persistente (POP) (Baird, 2002). As dioxinas podem se depositar em plantações ou em cursos d'água, contaminando alimentos que ingerimos. No organismo podem causar câncer, danos à tireoide e ao sistema respiratório (Baird, 2002; Unep, 2019).

A análise dos resultados da Figura 3 mostra ainda que os estudantes não separam os materiais recicláveis em suas residências, ou seja, não armazenam os diferentes tipos de resíduos separadamente para coleta seletiva, sendo a maior parte do seu lixo colocado em sacos plásticos ou lixeiras, que daí seguem diretamente para o lixão a céu aberto existente no município, através da ação do serviço municipal de coleta domiciliar de resíduos sólidos. Porém, o fato de não realizarem a coleta seletiva tem relação direta com a própria cultura do município, que ainda não dispõe de nenhuma unidade de coleta seletiva (UCS) para receber os materiais que porventura sejam separados por esses cidadãos em suas residências. Isso acaba sendo um fator significativo de desestímulo dessas pessoas à prática de separação de seus resíduos, pois além de não possuir conhecimentos suficientes sobre esse assunto, elas não foram educadas quanto aos benefícios da coleta seletiva para a sua comunidade local e também para a sociedade como um todo.

O Quadro 2 apresenta uma relação de subsunçores provavelmente acessados no arcabouço cognitivo dos alunos ao realizarem a interpretação e a resolução da terceira questão. O quadro também relaciona alguns novos conhecimentos que poderiam ser vinculados a este arcabouço pela mediação do docente. É fundamental que o docente realize um planejamento minucioso do conteúdo, visando criar um ambiente propício que possa fornecer as condições necessárias para que os estudantes realizem em suas mentes interações necessárias entre conhecimentos consolidados e novos saberes que poderão ser apresentados em aulas subsequentes.

Quadro 2 – Subsunçores acessados pelos alunos na resolução da terceira questão, e novos saberes passíveis de vinculação pela mediação docente.

Terceira Questão:	**Subsunçores acessados**	**Novos saberes passíveis de vinculação pela mediação docente**
"Quais são as maneiras adequadas de se descartar o lixo domiciliar?" *( ) Cesto* *( ) Caixas* *( ) Saco plásticos* *( ) Lixeiras* *( ) São queimados*	- Lixo domiciliar e sua composição; - Maneiras de descarte do lixo domiciliar; - Coleta seletiva (por categoria ou tipo de lixo).	- UCS; - POPs; - Crimes ambientais e legislação correlata; - Doenças e problemas ambientais associados à queima do lixo; - Polímeros sintéticos constituintes das embalagens plásticas.

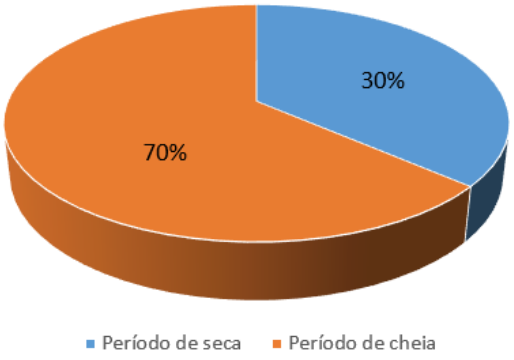
Fonte: Autores (2023).

Os novos saberes apresentados no Quadro 2 podem ser vinculados ao arcabouço cognitivo dos estudantes em questão devido principalmente à familiaridade que eles apresentam com subsunçores já acessados na mente dos educandos ao se esforçarem para responder à questão 3. Conforme pontuado por Moreira (2010), o aluno poderá aprender interativamente. Nesse processo, o subsunçor serve de ideia-âncora para um novo conhecimento, portanto, ele próprio se modifica adquirindo novos significados, corroborando assim os significados já existentes nas mentes dos alunos (Moreira, 2010). Esses significados adicionais passam então a compor a estrutura cognitiva prévia do estudante, reestruturando sua hierarquia de subsunçores.

Conforme mostra a coluna 3 do Quadro 2, muito novos conhecimentos poderiam passar a compor a rede de subsunçores desses alunos a partir da mediação docente, e partindo-se dos subsunçores já explorados em cada um dos itens que compuseram a questão 3. Por exemplo, quando os alunos afirmam que colocariam o lixo na lixeira e esperariam a coleta domiciliar, ou quando afirmam não separar seu lixo por categorias, o docente poderia intervir adicionando o novo tópico sobre coleta seletiva e importância da UCS no município. Quando responderam que queimavam seu lixo, seria imprescindível que o docente trabalhasse crimes ambientais e legislação correlata, geração de poluentes orgânicos persistentes (POPs), problemas ambientais e doenças associados à queima do lixo, entre outros. Outro ponto rico de novos subsunçores associáveis, seria discutir com os alunos sobre a composição química dos sacos plásticos, utilizados por 31% dos alunos para armazenar seus resíduos sólidos domiciliares. A questão poderia ser ainda mais ampliada, por exemplo, para o estudo da composição química das embalagens plásticas dos produtos consumidos e descartados pelos estudantes. Como essas embalagens são feitas por diferentes tipos de polímeros sintéticos, o docente poderia explorar novos subsunçores como a estrutura química dos polímeros e a difícil degradabilidade deles no meio ambiente.

Na pergunta: "*Na sua observação, qual é o período em que os igarapés da cidade apresentam maior quantidade de lixo em seus leitos, ( ) Período de seca ( ) Período de cheia"* (Figura 4), o resultado obtido foi muito relevante do ponto de vista da empregabilidade dos espaços não formais de ensino e aprendizagem no resgate de saberes tradicionais dos estudantes e na aprendizagem de novos conteúdos. No contexto da teoria ausubeliana da aprendizagem significativa, esses saberes tradicionais funcionaram, no caso em questão, como ricos subsunçores que permitiram a "diferenciação" e a "integração" de novos saberes, tal como reportado por Moreira (2010). Observa-se que a maior parte dos alunos (70%) tiveram a percepção correta de que no período de cheia os igarapés apresentam um maior índice de acúmulo de lixo, uma ótima constatação. Tal fato indica que eles conseguiram associar o acúmulo dos resíduos sólidos com a ocorrência das chuvas e ventos, que atuam como agentes naturais de transporte, principalmente dos materiais plásticos (ou poliméricos), por apresentarem baixa densidade, geralmente inferior a 1 g/cm^3 (Canevarolo Jr, 2002). Assim, esses materiais podem facilmente ser conduzidos até ao leito dos mananciais locais, como é o caso dos rios e igarapés, onde se acumulam causando contaminação e degradação ambiental, tal como reportado por De Jesus Silva *et al.* (2022) e Silva & Dias (2023). É bastante provável que os alunos conseguiram acessar subsunçores suficientes e relacionados ao ambiente dos igarapés, o que lhes permitiu chegar à resposta correta.

Figura 4 – Períodos de maior e menor acúmulo de RSU nos igarapés, conforme o entendimento dos estudantes.



Fonte: Autores (2023).

As áreas de várzea dos igarapés amazônicos, as quais são afetadas periodicamente pela subida e descida das águas, são espaços não formais natos, que proporcionam ao docente a possibilidade de conectar muitos saberes tradicionais com novos saberes científicos (ou escolares) (Araújo e Costa, 2022). Os saberes tradicionais "São saberes construídos por outras lógicas, diferentes da educação formal, pautada na cultura científica; são saberes intrinsicamente ligados ao ambiente" (Araújo & Costa, 2022, p. 7). "Tais saberes compreendem parte da formação dos sujeitos que habitam ou transitam pelos espaços não formais amazônicos, uma formação atrelada aos fenômenos naturais; uma ecoformação" (Araújo & Costa, 2022, p. 7). Esses saberes tradicionais, por estarem intensamente impregnados no cotidiano do estudante amazonense, principalmente o interiorano, podem contribuir significativamente na tecitura de uma ampla e diversificada rede hierárquica de subsunçores de Ausubel (Ausubel, 2003; Moreira, 2013) na estrutura cognitiva desses alunos. Essa rede de subsunçores forma uma importante base de conhecimentos a ser explorada pelo docente na mediação de novos conhecimentos, partindo-se do espaço não formal constituído pelos ambientes dos igarapés de Benjamin Constant, e tidos como referenciais na ativação desses subsunçores.

Nesse sentido, a partir desse espaço não formal de ensino é possível ao docente mobilizar a percepção, atenção, memória e a consciência dos alunos no processo de aprendizagem (Araújo & Costa, 2022), permitindo assim a conexão dos saberes tradicionais (que são para o aluno subsunçores bem estabelecidos) com novos saberes escolares, o que tem grande possibilidade de resultar em aprendizagem significativa dos estudantes. Nesse aspecto, alguns assuntos que o docente poderia explorar, no ensino de biologia e química com os alunos, a partir desse espaço não formal, são: biodiversidade, dinâmica natural das chuvas, espécies nativas de animais e plantas, desmatamento, fertilização natural do solo, saneamento básico, doenças e seus vetores, entre outros. Esses tópicos podem funcionar ainda como temas geradores na produção e assimilação de novos conhecimentos escolares (Costa & Pinheiro, 2013), estratégia metodológica que Paulo Freire aborda em seu livro *Pedagogia do Oprimido* (Freire, 2009). Para os autores, está é uma prática que adota situações que cercam a realidade de educandos e educadores (Costa & Pinheiro, 2013). Dessa forma, "Estes temas precisam ser, não só aprendidos, mas refletidos, para que ocorra a tomada de consciência dos indivíduos sobre eles. Mais do que palavras, os temas são objetos de conhecimentos que deverão ser interpretados e representados pelos aprendizes (Costa & Pinheiro, 2013, p. 40).

Na quinta e última questão, os estudantes responderam sobre o que fariam para favorecer a preservação do meio ambiente em seu contexto local. Algumas das respostas dadas por eles foram:

"Surubim": *"Eu evitaria jogar lixo na rua, nos lagos, igarapés. Eu jogaria na lixeira, para não causar poluição".*

"Sapo cururu": *"Primeiramente faria uma campanha em cada bairro, fazendo palestra nas escolas e ruas e mostrando a todos os seres humanos o quanto é prejudicial o que nós fazemos, só em jogar um papel, um saco nas ruas e em vários locais, que vão parar nos igarapés e rios".*

"Golfinho": *"Na minha opinião cada um deveria ajudar o meio ambiente em casa, separando os lixos, entre outras coisas, não jogando nos rios, na rua".*

Essas respostas reforçam a hipótese aqui defendida, de que os igarapés de Benjamin Constant funcionaram como espaço não formal de ensino e aprendizagem, ao permitir ao docente e estudantes uma associação de conhecimentos prévios dos alunos aos novos saberes escolares. Os alunos propuseram alternativas valiosas para cessar a poluição dos igarapés, entre elas, realização de campanhas/palestras em escolas e nos bairros, mutirões de limpeza, e separação do lixo doméstico em casa. Essas são práticas importantes no contexto da temática do desenvolvimento humano sustentável, assunto que pode ser trabalhado e ampliado em aulas tanto de biologia quanto de química, e mesmo em outras áreas do saber.

Outro ponto de grande relevância, citado pelo participante "Golfinho", está relacionado ao tema da reciclagem dos resíduos sólidos urbanos, que representa um problema grave da maioria das cidades brasileiras. Ao comentar sobre a separação do lixo em sua residência própria, o participante demonstra que possui uma percepção adequada da importância e da necessidade da reciclagem dos resíduos sólidos para a preservação do meio ambiente. Em outras palavras, o estudante inferiu, mesmo que indiretamente, um dos conceitos elementares do pensamento sustentável, no qual a sustentabilidade não é coisa só para os outros fazerem, mas para todos nós (Pugliese, 2020). Ou seja, cada sujeito deve, individualmente, assumir uma postura sustentável e ser protagonista das mudanças que o mundo precisa, e não apenas esperar a ação de políticos ou cientistas em busca de soluções universais para nossos problemas.

Dessa forma, ficou demonstrada a criticidade dos estudantes que participaram da pesquisa acerca da necessidade do homem em evoluir no meio em que vive, beneficiando-se de transformações da natureza em seu favor, mas preservando os ecossistemas existentes, os quais são fundamentais para a manutenção do equilíbrio ecológico e perpetuação da vida na Terra. Assim, verificou-se que houve bons indicativos da ocorrência de aprendizagem significativa por parte dos alunos desta turma a partir do espaço não formal adotado.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resíduos sólidos urbanos são responsáveis por uma parte significativa dos grandes problemas ambientais enfrentados pela sociedade moderna. Reciclar é importante para diminuir a quantidade de resíduos que chegam ao meio ambiente, mas é indispensável que a população aprenda e se habitue a reduzir cada vez mais o consumo de produtos que resultem em descarte de embalagens, reutilizando tudo o que for possível. Esses e outros conceitos importantes em educação ambiental, como poluição de rios e igarapés, impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado do lixo, poluentes orgânicos, preservação do meio ambiente, foram trabalhados com os estudantes da escola em questão e participantes desta pesquisa, partindo-se da valorização de conhecimentos prévios (subsunçores) já dominados por eles.

Uma vez que a aprendizagem significativa tem uma forte relação com os processos cognitivos, emocionais, e situações reais, o uso dos ambientes dos igarapés de Benjamin Constant, tomados como espaço não formal de ensino e aprendizagem, permitiu a mobilização de elementos necessários para uma aprendizagem possivelmente significativa de conceitos importantes em biologia e química por parte dos estudantes envolvidos. Tal processo foi favorecido pelo fato de os igarapés serem, para esses estudantes, um ambiente familiar e comum do seu cotidiano.

Observou-se uma riqueza de possibilidades de melhorias no processo de ensino e aprendizagem trazidas por estes espaços educacionais não formais. Tais espaços, se adequadamente explorados, podem proporcionar ao docente um ensino contextualizado, construído a partir da realidade local dos alunos. Dessa forma, os estudantes passam de meros ouvintes passivos para agentes construtores do seu próprio aprendizado, isto é, protagonistas de sua própria evolução crítica, conceitual e escolar. Nosso caso presente, os estudantes protagonizaram o processo de ensino e aprendizagem quando, por exemplo, conseguiram identificar o problema da poluição nos igarapés de sua região e puderam discutir e propor soluções reais dentro de sua capacidade de atuação.

Foi possível verificar indícios de que o uso do espaço não formal representado pelos Igarapés de Benjamin Constant possibilitou, com base em pressupostos teóricos da literatura, aprendizagem significativa dos estudantes, o que ocorreu pela interação de novos conhecimentos com saberes prévios (subsunçores) já estruturados no arcabouço cognitivo dos alunos participantes e associados ao espaço não formal dos igarapés. Essa interação foi facilitada e guiada pela mediação docente junto aos estudantes. Isso mostra o quanto é importante que o docente, ao optar pelo uso de espaços não formais como metodologia de ensino, execute um planejamento cauteloso de sua aula, envolvendo desde a escolha do espaço adequado, recursos, objetivos, até a logística e segurança de todos, além de ser necessária uma boa compreensão dos conceitos científicos envolvidos nessa metodologia. Sem observação a esses detalhes, a chance de sucesso da aula em espaço não formal torna-se reduzida.

Portanto, a seleção, planejamento e uso da metodologia de espaços não formais de ensino e aprendizagem, aqui representados pelos ambientes poluídos ou não dos Igarapés de Benjamin Constant, fomentou um processo de ensino e aprendizagem que se ajustou bem às normativas e recomendações da BNCC, do RCA-AM, e das propostas do NEM no estado do Amazonas, promovendo aprendizagem significativa de novos conceitos relevantes em biologia e química por parte dos estudantes participantes.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e à Secretaria Estadual de Educação e Desporto do Amazonas (SEDUC/AM) pela parceira Institucional que permitiu aos acadêmicos da UFAM a realização desta pesquisa na Escola Estadual Nossa Senhora da Imaculada Conceição, em Benjamin Constant, e a posterior escrita do artigo científico com participação de pesquisadores de ambas as instituições.

Conflitos de interesses

Os autores declaram que não há conflitos de interesse. Todos os autores estão cientes da submissão do artigo.

Contribuições dos autores

Érica Estevao Gomes, Rayciane Campos Coelho, Ronaldinho Coelho Pinheiro, Rimone dos Santos Córdova Oliveira: equipe de discentes que aplicou os questionários na escola, realizou o levantamento de dados, e redigiu a versão inicial do manuscrito.

Edson Oliveira dos Santos, Elenilson Silva de Oliveira: colaboradores nas etapas de análise de dados, escrita do artigo e revisões.

Agmar José de Jesus Silva: planejamento da pesquisa junto aos discentes, supervisão da execução (coleta e análise de dados), suporte na escrita da versão inicial, responsável pelas correções da escrita, revisões e trâmites da submissão na plataforma da revista.

REFERÊNCIAS

Alves, M. (2019). Igarapé é um pequeno curso d'água típico da região amazônica. Portal Agro20. https://agro20.com.br/igarape/

Amazonas. (2021). *Proposta Curricular e Pedagógica do Ensino Médio*. Manaus: Secretaria de Estado de Educação e Desporto do Amazonas.

Amazonas. (2020). *Referencial Curricular Amazonense - Ensino Médio (RCA-EM)*. Manaus: Secretaria de Estado de Educação e Desporto do Amazonas.
http://www.cee.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/08/RCA-Ensino-Medio.pdf

Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine pollution bulletin*, *62*(8), 1596–1605. https://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030

Araújo, M. D. F. de, & Costa, L. de F. M. da (2022). Espaços não formais e a mobilização de processos cognitivos: implicações ao ensino de ciências no estado do Amazonas. *REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 10(3), e22052, 1–23. https://dx.doi.org/10.26571/reamec.v10i3.14029

Araújo, T. L. M., Alves, C. N., Abreu, B. R., Melo, S. C., Ponte, F. K. S., Castro, S. P., & Alves, H. P. (2019). Microbiological analysis of surface waters in the" Igarapé Esperança" water resources in Benjamin Constant-AM. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 6(7), 640–645. https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.6772

Ausubel, D. P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. Tradução do original *The acquisition and retention of knowledge* (2000).

Baird, C. (2018). *Química ambiental.*(2 ed.). Porto Alegre: Bookman.

Brasil. (2018). *Base Nacional Comum Curricular***.** Ministério da Educação. Brasília, DF.

Brasil. (1998). Lei nº. 9.605. *Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília, 1998.

Brasil. (2010). Lei nº 12.305. *Política Nacional dos Resíduos Sólidos*. Diário Oficial da União, Brasília.

Brasil. (2022). Programa Novo Ensino Médio. https://pddeinterativo.mec.gov.br/novo-ensino-medio

Callister, W. D. (2007). *Materials science and engineering.* (7. ed.). New York: John Wiley & Sons.

Canevarolo Jr, S. V. (2002). *Ciência dos polímeros. Um texto básico para engenheiros*. (1. ed.). São Paulo: Editora Artliber.

Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine pollution bulletin*, 62(12), 2588–2597. https://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025

Colley, H.; Hodkinson, P.; & Malcolm, J. (2002). Non-formal learning: mapping the conceptual terrain. A consultation report, Leeds: University of Leeds Lifelong Learning Institute. http://eprints.hud.ac.uk/id/eprint/13176/

Costa, J. M.; & Pinheiro, N. A. M. (2013). O ensino por meio de temas-geradores: a educação pensada de forma contextualizada, problematizada e interdisciplinar. *Imagens da Educação*, 3(2), p. 37–44. https://doi.org/10.4025/imagenseduc.v3i2.20265

De Jesus Silva, A. J., & Da Silva Egas, V. S. (2022). Percepção da importância do uso de atividades experimentais na aprendizagem de química de um grupo de estudantes concluintes do ensino médio em uma escola pública em Tefé/AM. *Revista Insignare Scientia-RIS*, 5(1), 209–234. https://doi.org/10.36661/2595-4520.2022v5n1.12155

De Melo, B. B., Lima, R. A., & De Araújo Pantoja, T. M. (2019). Ocorrência e interferências antrópicas sobre Pteronura brasiliensis (Mammalia, carnívora) no Igarapé Esperança, em zona urbana de Benjamin Constant-AM, Brasil. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 8(1), 641–662. https://doi.org/10.19177/rgsa.v8e12019641-662

Dos Reis, E. F., Da Costa Sousa, M. F., Dos Santos Alves, D., Pinho, M. I. M., & Rizzatti, I. M. (2019). Espaços não formais de educação na prática pedagógica de professores de ciências. REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, 7(3), 23–36. https://doi.org/10.26571/reamec.v7i3.8265

Figueiredo, A. M., & Souza, S. R. G. (2008). *Como elaborar projetos, monografias, dissertações e teses: da redação científica à apresentação do texto final.* (2. ed.). Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris.

Freire, P. (2018) *Pedagogia do oprimido.* (65 ed.). São Paulo: Paz e Terra.

Godoy, A. S. (1995). Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas,* 34 (3), p. 20–29.

Gohn, M. D. G. (2006). Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. *Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação*, 14(50), 27–38. https://doi.org/10.1590/S0104-40362006000100003

Gouveia, N. (2012). Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(6), 1503–1510. https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600014

IBGE. (2020). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População estimada em 2020. Brasília, DF. https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/benjamin-constant/panorama

Lima, C. C. (2012). *Gestão de resíduos plásticos na cidade de Manaus à luz da política nacional de resíduos sólidos: Uma contribuição à implantação de logística reversa.* 201 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Direito Ambiental, Universidade do Estado do Amazonas, UEA).

Marques, M. M, & Lima, G. C. de. (2019). *Experimentos de química para turmas de ensino médio.* Atena Editora: Ponta Grossa.

Montagner, C. C., Dias, M. A., Paiva, E. M., & Vidal, C. (2021). Microplásticos: Ocorrência Ambiental e Desafios Analíticos. *Química Nova*, 44(10), 1328-1352. http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170791

Moreira, M. A. (2010). *O que é afinal aprendizagem significativa?* Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf

Oliveira, M. M. de. (2013). *Sequência interativa no processo de formação de professores*. Petrópolis, RJ: Vozes.

Oliveira, N. (2021). Aumento da produção de lixo no Brasil requer ação coordenada entre governos e cooperativas de catadores. https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2021/06/aumento-da-producao-de-lixo-no-brasil-requer-acao-coordenada-entre-governos-e-cooperativas-de-catadores

Palmieri, L. J., & Da Silva, C. S. (2017). Museus de Ciências e o Ensino de Química: análise sobre a produção acadêmica em periódicos e eventos. *Revista Debates em Ensino de Química*, 3(2), 70–92.

Pimenta, N. G., & Faria, F. L. (2022). Um estudo dos espaços virtuais de museus de ciências no contexto do ensino de química. *# Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, 11(1), 1–21. https://doi.org/10.35819/tear.v11.n1.a5518

Pugliese, G. O. (2020). *Projetos integradores: ciências da natureza e suas tecnologias*. (1. ed.). São Paulo: Scipione.

Revel, M., Châtel, A., & Mouneyrac, C. (2018). Micro (nano) plastics: A threat to human health? *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 1, 17–23. https://doi.org/10.1016/j.coesh.2017.10.003

Ribeiro, B. J. C., & Lima, R. A. (2022). Estado da arte: contextualização do açaí no ensino de química e a utilização de espaços não-formais no ensino médio. *Diversitas Journal*, 7(4), 2880–2889. https://doi.org/10.48017/dj.v7i4.2293

Silva, A. J. de J. (2020). Análise de variáveis e determinação do grau de inchamento do extrudado durante o processamento de grade de polipropileno industrial. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, 7(2), 03–22.

Silva, A. J. de J. (2017). *Avaliação do envelhecimento do poli (fluoreto de vinilideno) (PVDF) visando aplicações em estruturas para contato com etanol combustível*. 226 f. Tese de Doutorado (Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ).

Silva, A. J. de J., & Dias, M. de. S. (2023). Avaliação da poluição por resíduos sólidos poliméricos em áreas de perímetro urbano em Benjamin Constant, Amazonas, Brasil. *Journal of Education Science and Health*, 3(1), 01–17. https://doi.org/10.52832/jesh.v3i1.160

Silva, A. J. de J., Noronha, E. F., Lira, N. J. R., De Castro, S. P., & De Sousa, B. M. (2022). Identificação e caracterização de materiais poliméricos descartados indevidamente em um igarapé na região urbana central de Benjamin Constant/AM. *Journal of Education Science and Health*, 2(3), 1–21. https://doi.org/10.52832/jesh.v2i3.141

Unep. (2019). Banimentos de sacos plásticos podem reduzir gases tóxicos. https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/story/banimentos-de-sacos-plasticos-podem-reduzir-gases-toxicos