

QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS E ENSINO DE CIÊNCIAS: MOBILIZANDO CONHECIMENTOS PRÉVIOS POR MEIO DE UM SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

Carla Rodrigues Souza¹

Flavia Venancio Silva²

¹Universidade do Estado do Rio de Janeiro/ PROFBIO/ carlabio2018@gmail.com

²Universidade do Estado do Rio de Janeiro/ PROFBIO/ flaviavenanciobr@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A Educação Ambiental (EA) pode ir além da simples conscientização, alcançando níveis mais profundos ao questionar tanto a forma como a sociedade reproduz suas condições de vida, quanto sua relação com a natureza dentro do sistema capitalista (Bonfim & Piccolo, 2011). Em contrapartida, para Genove *et al.*, (2019), a mídia traz informações sobre problemas científicos sociais e ambientais que podem ser selecionados e adaptados para serem trabalhados em sala de aula, e por isso, é essencial uma formação docente crítica, voltada para a valorização da autonomia, para que o professor não tenha receio de explorar junto com seus alunos as questões científicas polêmicas e controversas que podem surgir no cotidiano, e que são importantes na formação para a cidadania. Neste cenário, o objetivo desta pesquisa é analisar a primeira etapa de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), centrada na abordagem de Questões Sociocientíficas (QSCs), desenvolvida no contexto da dissertação “*Questões Sociocientíficas: explorando o uso do ChatGPT no ensino através de uma Sequência Didática Investigativa*” para a mobilização dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema, assim como para o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes.

METODOLOGIA

Esta pesquisa possui abordagem qualitativa. Os sujeitos foram 15 alunos do Ensino Médio de uma Escola Estadual do Rio de Janeiro, localizada no município de São Gonçalo. O presente artigo constitui um recorte da dissertação intitulada “Questões Sociocientíficas: explorando o uso do ChatGPT no ensino através de uma Sequência Didática Investigativa”, a qual tem como eixo metodológico a elaboração e aplicação de uma SEI, baseada em (Carvalho, 2018). Neste artigo, apresenta-se especificamente a primeira etapa, voltada à abordagem das QSCs, discutindo seus fundamentos, objetivos e contribuições para o ensino, enquanto as demais etapas serão apresentadas de forma ampliada no corpo da dissertação. Nesta pesquisa, para análise dos dados, optou-se por uma análise baseada na técnica de Análise Textual Discursiva (ATD) de acordo com Marques *et al.* (2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Abordagem de QSC contou com dois momentos, como aponta o quadro 1, e teve início com uma problematização: “O que é uma QSC?”. A intenção foi estimular os alunos a levantarem hipóteses sobre o que seria uma QSC. Os alunos foram divididos em duplas para dialogarem e formularem um conceito a respeito do tema.

Quadro 1. Organização da sequência didática sobre QSC

Momento didático	Procedimentos metodológicos
Primeiro momento	a) Discussão coletiva sobre o conceito de Questões Sociocientíficas (QSC); b) Formulação individual do conceito de QSC; c) Síntese individual do conceito de QSC para a formação de uma nuvem de palavras; d) Discussão coletiva a partir dos conceitos formulados.
Segundo momento	a) Leitura e discussão inicial sobre Questões Sociocientíficas (QSC); b) Leitura de texto com abordagem do tema; c) Discussão coletiva sobre o conceito de QSC; d) Formulação coletiva do conceito de QSC; e) Apresentação coletiva dos novos conceitos formulados; f) Nova síntese coletiva do conceito de QSC para a formação de uma nova nuvem de palavras.

Fonte: A autora

Os alunos dialogaram em seus grupos e receberam a seguinte mediação: *“Reflitam e discutam sobre o conceito de Questão Sociocientífica (QSC). O que você acredita ser uma QSC? Formule um conceito, uma ideia sobre o assunto, partindo dos conhecimentos que vocês possuem”*. Logo após este diálogo, foram convidados a formalizarem o conceito em uma folha: *“Registrem suas ideias sobre o que acreditam ser uma QSC. Não se preocupem em acertar, o importante é expressar o que vocês pensam neste momento, sem auxílio de nenhuma fonte.”* Este momento foi feito de forma individual, e assim, cada aluno formulou a sua concepção do que seria uma QSC, após discussão coletiva.

Cabe ressaltar as QSCs oferecem ao ensino de ciências relevantes possibilidades para abordar dimensões políticas, ideológicas, culturais e éticas da Ciência contemporânea. Desse modo, aspectos como a natureza da ciência e da tecnologia, a tomada de decisão, o raciocínio ético-moral, a reconstrução sociocrítica podem ser explorados pelos professores de ciências em sala de aula, por meio da organização e do desenvolvimento de questões de caráter controverso (Galvão *et al.*, 2011).

Após a discussão, foi proposta de forma individual, a elaboração de uma nuvem de palavras pelos estudantes. Neste momento, a turma foi provocada: *“Vamos construir uma nuvem de palavras sobre o tema? Esta nuvem será feita a partir da análise dos conceitos formulados por vocês. Coloquem na nuvem a palavra ou palavras que se destacam e que para você, resume (em) o conceito de QSC.”* Para tal, os alunos receberam um link, através do grupo de WhatsApp e assim, puderam responder ao seguinte questionamento: *“Resuma em poucas palavras o que é uma QSC para você”*. A partir da temática abordada, cada aluno escolheu uma palavra (ou algumas) que se relacionasse segundo eles, à QSC, ou seja, que segundo suas percepções, define ou resume esta temática.

Estas palavras apontadas pelos grupos foram inseridas no site *Mentimeter*, o qual formou uma nuvem de palavras que apresenta de forma geral, a concepção dos alunos

acerca da temática (Figura 1-A). Além disso, no final desta etapa, cada aluno pode expressar suas concepções e ideias acerca do tema, em uma roda de conversa.

A Figura 1 aponta que na perspectiva dos sujeitos da pesquisa, as QSCs estão sobretudo relacionadas ao avanço da tecnologia, que foi a expressão que ocorreu no centro da nuvem e em maior tamanho. Além disso, a nuvem de palavras apontou que os estudantes caracterizaram as QSCs como: essencial e importante. Por fim, vários termos que ocorreram em tamanho menor na nuvem de palavras mostraram que os sujeitos tinham noção de que as QSCs são problemas que necessitam de soluções e envolve ciência, sociedade, ambiente e que podem ser controversas, e estarem atreladas a conflitos e desigualdades.

Após este momento inicial, cópias de um texto sobre QSCs foram entregues aos estudantes. O texto em questão foi um fragmento do artigo “Questões sociocientíficas: origem, características, perspectivas e possibilidades de implementação no ensino de ciências a partir dos anos iniciais do Ensino Fundamental” de (Genovese; Genovese; Carvalho, 2019). Foram incentivados: *“Vamos conhecer o que pesquisadores e outros autores dizem a respeito das Questões Sociocientíficas? Este material vai nos ajudar a aprofundar o conhecimento sobre este tema e nos dar mais informações que possam nos auxiliar em uma análise comparativa com nossa realidade.”*

O fragmento selecionado apresenta o conceito de QSC, destacando suas principais características, como seu caráter aberto, controverso e contextual, e mostra sua importância no ensino de Ciências, especialmente para promover o pensamento crítico, incentivar a formação de opiniões fundamentadas, estimular a argumentação ética e responsável e refletir sobre a relação entre ciência, tecnologia e sociedade.

A partir da leitura do texto, os alunos retornaram às suas discussões coletivas, em duplas, oportunizando aos discentes a expressão de suas percepções, dúvidas e avaliações sobre o texto, assim como puderam relacionar o conteúdo estudado com as realidades vivenciadas por eles. Após esta discussão baseada em uma referência bibliográfica, os alunos foram novamente convidados a formularem um novo conceito para QSC. Foram provocados: *“Depois da leitura e discussão baseados na literatura, alguma coisa mudou na forma como vocês compreendem uma QSC?”*. A totalidade dos alunos afirmou que sim, haviam ressignificado este conceito. Então foram orientados: *“Agora vocês irão retomar a definição que escreveram no início e, com base na leitura e na discussão, farão a reformulação do conceito de QSC.”* Esta nova reformulação foi feita em dupla, após a discussão coletiva que os discentes protagonizaram. O quadro abaixo apresenta a totalidade dos conceitos formulados pelos alunos, de forma individual e coletiva (Quadro 2).

Quadro 2. Conceito baseado nos conhecimentos prévios dos estudantes e conceito formulado após leitura e discussão em dupla

Alunos	Conhecimentos prévios	Conceito formulado após leitura e discussão do texto
Aluno 1	Uma questão sociocientífica é um problema que envolve ciência e sociedade ao mesmo tempo, gerando debates , porque mistura aspectos científicos com questões éticas . (Grifos nossos)	Questões sociocientíficas são problemas ligados à sociedade e à ciência, podendo citar situações econômicas, éticas e culturais . Além disso, podem ser controversas , com opiniões divididas e debates! Não só evidências científicas. (Grifos nossos).
Aluno 6	É um problema que conecta a vida e o meio ambiente e que estuda a natureza ao nosso redor, com isso mostrando e estudando o ambiente ao nosso redor e a sociedade .	
Aluno 2	As questões sociocientíficas são problemas que a grande maioria da sociedade faz para o meio ambiente , tipo poluir o meio ambiente que a ciência estuda. Com isso existe a questão só científica, pelas causas climáticas . (Grifos nossos)	Questão sociocientífica é um conjunto de questões sociais, éticas , ter pensamentos críticos que têm grande impacto e diferentes soluções . É um problema ou situação que mistura ciência com questões sociais , ou seja, envolve conhecimento científico, mas também opiniões, valores e impactos na sociedade . Exemplo: mudanças climáticas e pandemia. (Grifos nossos)
Aluno 3	São problemas do dia a dia, que mistura ciência e sociedade . Não são coisas de laboratórios. Exemplo: causas climáticas e vacinas . (Grifos nossos)	
Aluno 4	É uma pergunta com relações em prol da ciência , que se aprofundam em soluções e descobertas . Ex: A cura do câncer, a cura de pessoas com paralisia, que inclusive hoje em dia foi descoberta uma possível solução.	É a união da ciência com a sociedade, em prol de resolução de problemas. Ex: pandemia. União da ciência com a sociedade para um acordo na solução. Ex: Vacinas, pois a sociedade também precisa concordar.
Aluno 9	É a sociedade , a ciência , as perguntas constantes . Pessoas que trabalham com ciências fazem perguntas constantes, como: Por que os seres humanos são tão cruéis com o meio ambiente?	
Aluno 10	É a questão que estuda como sociedade se comporta com as questões ambientais e como ela pensa em resolver isso.	Uma questão sociocientífica é a razão que liga a ciência com a sociedade e nos faz entender como a sociedade e a ciência não são coisas individuais, mas sim juntas e podem ser resolvidas com a razão e o diálogo e debates respeitosos e que cada opinião vale para o bem da sociedade.
Aluno 7	Uma questão só científica é, por exemplo, a união contra poluição da natureza e do meio ambiente , como os combates contra o desmatamento de árvores na Amazônia, as leis recém-formadas contra poluição das indústrias e fábricas.	
Aluno 8	Uma questão sociocientífica é uma questão que estuda o meio ambiente , que ajuda a entender melhor todas essas questões. É uma questão extremamente importante.	Questões sociocientíficas são situações que envolvem questões sociais e políticas e etc. Suas características são os debates para a melhora da sociedade. Seus objetivos são contribuir para um entendimento melhor sobre a ciência da sociedade. Um exemplo de
Aluno 11	São problemas que envolve a ciência e sociedade ao mesmo tempo. Exemplo: Meio ambiente e problemas no clima.	

		questão sociocientífica é a pandemia.
Aluno 12	Para mim, uma questão só científica é algo que envolve ciência e sociedade , porque sócio vem de sociedade e científica vem de ciência, mas não sei exatamente o que seja essa questão quer dizer. A falta de conscientização das pessoas e a falta de fiscalizações com o meio ambiente.	Uma questão sociocientífica é uma questão que liga a ciência e a sociedade, por meio de debates ou métodos científicos, como a pandemia que a população estava enfrentando e a ciência criou a vacina para ajudar a população.
Aluno 13	Uma questão que envolve a ciência e a sociedade para elaborar algo ou para resolver um problema.	
Aluno 5	É um problema que está na sociedade e ao nosso redor e envolve a ciência e a vida , com isso mostrando os problemas sociais. Com isso foca mais no ambiente e na natureza em geral, e as causas climáticas no planeta terra.	Questão sociocientífica é um estudo social que busca resolver os problemas da sociedade com a ciência e a tecnologia. Exemplo: Pandemia e solução que a ciência buscou foi a vacinação e o acesso à saúde.
Aluna 15	Um problema para ser pensado pela ciência .	

Fonte: A autora

Como explicam Galvão *et al.*, (2011), encontram-se QSCs na maior parte das discussões que se desenvolvem na sociedade atual e que são divulgadas, como as energias alternativas, aquecimento global, poluição, transgênicos, clonagem, desenvolvimento de vacinas e medicamentos, uso de produtos químicos, entre outras. Algumas destas questões foram citadas pelos discentes e a partir disso, foi realizada a análise desta etapa, segundo a ATD, conforme Marques et al. (2021), a partir da evolução das respostas individuais para a resposta construída coletivamente (Quadro 3).

A partir da unitarização das respostas, emergiram as seguintes categorias analíticas: C1 - Articulação entre ciência e sociedade; C2 - Reconhecimento de controvérsias, debates e múltiplas soluções; C3 - Dimensão ética, política e valorativa das questões sociocientíficas; C4 - Uso de exemplos socialmente relevantes (pandemia, vacinas, mudanças climáticas); C5 - Ampliação conceitual por meio da interação e do diálogo.

Quadro 3. Evolução das respostas individuais para a resposta construída coletivamente.

Síntese da resposta individual do aluno	Síntese da resposta da dupla	Categorias mobilizadas	Análise discursiva e evolução conceitual
Aluno 1: Ciência e sociedade articuladas; ética. Aluno 6: Relação genérica entre vida, meio ambiente e sociedade.	Problemas sociocientíficos envolvem ciência, sociedade, economia, ética, cultura e controvérsias.	C1, C2, C3, C5	A dupla amplia concepções iniciais descritivas, incorporando controvérsias e múltiplas dimensões sociais, indicando avanço conceitual mediado pelo diálogo.
Aluno 2: Impactos ambientais causados pela	Questões que articulam ciência, ética	C1, C2, C3, C4, C5	Observa-se superação de uma visão ambiental restrita

sociedade. Aluno 3: Problemas do cotidiano que envolvem ciência e sociedade.	ca, valores, impactos sociais e múltiplas soluções.		ta, e ampliação do pensamento crítico e do reconhecimento da complexidade das QSCs.
Aluno 4: Ênfase em descobertas científicas. Aluno 9: Questionamentos científicos sobre sociedade e ambiente.	União entre ciência e sociedade para resolução de problemas comuns.	C1, C3, C5	A resposta coletiva desloca o foco da ciência como solução técnica para uma perspectiva participativa.
Aluno 10: Comportamento social frente a problemas ambientais. Aluno 7: Ações legais e sociais contra a degradação ambiental.	Integra ciência, sociedade, diálogo e responsabilidade coletiva.	C1, C3, C5	A interação promove ampliação ética e dialógica, reconhecendo o papel do debate social na resolução das QSCs.
Aluno 8: Compreensão vaga do conceito. Aluno 11: Associação direta entre ciência, sociedade e clima.	Questões sociais e políticas que envolvem debates e exemplos reais.	C1, C2, C4, C5	A resposta da dupla evidencia maior clareza conceitual e apropriação do discurso integrado entre Ciência e sociedade.
Aluno 6: Reconhecimento etimológico sem clareza conceitual. Aluno 12: Definição geral de ciência e sociedade.	Questões mediadas por debates científicos e soluções sociais.	C1, C2, C5	Há consolidação conceitual, superando a incerteza inicial por meio da interação colaborativa.
Aluno 5: Ênfase ambiental e climática. Aluno 15: Problema pensado pela ciência.	Problemas sociais resolvidos por ciência e tecnologia.	C1, C4, C5	A dupla amplia o foco ambiental para uma compreensão aplicada e socialmente contextualizada das QSC.

Fonte: A autora

As QSC incluem temas diretamente relacionados aos conhecimentos científicos e/ou tecnológicos que possuem um grande impacto na sociedade (Galvão *et al.*, 2011). A ATD evidencia que as respostas individuais apresentam concepções iniciais fragmentadas, frequentemente restritas ao campo ambiental ou à associação entre ciência e sociedade. Com a interação em duplas, emergem compreensões mais complexas, que incorporam controvérsias, valores, dimensões éticas e políticas, bem como o reconhecimento da necessidade de diálogo social. Esse movimento confirma o potencial do trabalho colaborativo como mediador da aprendizagem e da construção de significados no ensino de Ciências. Assim, como discute Galvão *et al.*, (2011), o ensino de Ciências voltado à abordagem de QSC pode potencializar a participação dos estudantes nas aulas de ciências, favorecendo o ensino democrático em busca da constituição da cidadania dos estudantes

Ao finalizarem o registro escrito, cada dupla apresentou para a turma suas concepções sobre QSC. Explanaram o assunto, com apresentação, leitura e discussão. Após esta discussão, os alunos foram convidados a realizar o fechamento desta etapa escolhendo novamente uma palavra para definir as QSCs. Foram questionados: “Após essa

discussão, a partir da leitura do texto, se vocês pudessem, trocariam as palavras que colocaram anteriormente no Mentimeter para formar a nuvem de palavras?” A turma foi unânime na resposta: “Sim!”. “Vamos criar uma nova nuvem de palavras, agora com os termos que surgiram nas reformulações? Será que aparecerão novas palavras? Vamos conferir?” Assim, receberam novo link e fizeram em dupla uma nova nuvem de palavras (Figura 1-B). Desta vez, o centro da nuvem de palavras foi ocupado por “conhecimento científico”.

Figura 1. Nuvem de palavras - Conhecimentos prévios (A) e Pós literatura (B)



Fonte: A autora.

Ao final da primeira etapa da SEI, houve o compartilhamento com os alunos das nuvens produzidas, através do grupo de WhatsApp de cada uma das turmas. A partir de então foram provocados: “Observem as diferenças entre a primeira e a segunda nuvem. O que mudou?”; “Quais palavras desapareceram e quais surgiram? Por quê?”; “Essas mudanças refletem um avanço no entendimento de vocês sobre o que é uma Questão Sociocientífica?” Assim, os alunos fizeram a leitura das palavras contidas nas duas nuvens, e então puderam comparar os termos presentes na primeira e na segunda nuvem de palavras. Como reflexão, os alunos identificaram a mudança na palavra central, de “avanço da tecnologia” para “conhecimento científico”. Também destacaram a ampliação da aparição da palavra “controverso”, discreta anteriormente, assim como a ampliação da palavra sociedade.

A comparação entre as duas nuvens de palavras evidencia um avanço na forma como os alunos compreendem as QSCs. Na etapa individual, observa-se que os estudantes destacam o *avanço da tecnologia* e a *ciência*, além de apontarem as QSCs como algo *importante* e *essencial*. As palavras escolhidas refletem opiniões pessoais e um olhar ainda próximo do senso comum, associado à tecnologia principalmente. Entretanto, também reconhecem a existência de *problemas e soluções* e *desigualdades e conflitos*. Assim, a tecnologia aparece como eixo central dessa primeira produção. Já na etapa em duplas, nota-se uma mudança de foco. O trabalho conjunto favoreceu o diálogo e a troca de ideias, culminando com a ampliação de termos mais críticos, como *controverso*, *impacto*, *sociedade* e *solução*. A nova nuvem de palavras mostra que os alunos passaram a relacionar o *conhecimento científico* com questões sociais e coletivas, como quando relacionam *união e*

desenvolvimento e ciência e social. Desse modo, o trabalho colaborativo contribuiu para o amadurecimento conceitual dos estudantes, permitindo que reconhecessem as QSCs como prática social, marcada por impactos, controvérsias e possibilidades de transformação.

Em síntese, esta etapa articula princípios da abordagem investigativa: problematização, diálogo, construção coletiva e reflexão, a uma prática pedagógica contextualizada, em que o professor atua como provocador de sentidos e o aluno como sujeito ativo da construção do conhecimento. E neste cenário, como salientam Bomfim; Picolo (2011), uma Educação Ambiental verdadeiramente crítica está relacionada à compreensão das ações humanas sobre a natureza, as quais estão intrinsecamente vinculadas à própria concepção que o ser humano constrói de si e da natureza sobre a qual intervém e transforma.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da primeira etapa da SEI evidenciou seu potencial para mobilizar os conhecimentos prévios dos estudantes e favorecer a construção de compreensões mais críticas sobre QSCs. Inicialmente, os alunos apresentaram concepções próximas ao senso comum e centradas no avanço tecnológico e em problemas ambientais, entretanto, com a implementação da etapa, a partir do diálogo coletivo e do contato com referenciais teóricos, observou-se uma ressignificação conceitual, especialmente na passagem do registro individual para a construção em duplas. A ATD revelou a ampliação do entendimento dos estudantes, marcada pela articulação entre ciência e sociedade, pelo reconhecimento de controvérsias e dimensões éticas e políticas, e pelo fortalecimento do pensamento crítico por meio da interação dialógica.

AGRADECIMENTOS

CAPES.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOMFIM, Alexandre Maia do; PICCOLO, Fernanda Delvalhas. *Educação Ambiental Crítica: a questão ambiental entre os conceitos de cultura e trabalho*. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 27, 2011.
- CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. RBPEC 18 (3), 765-794. Dezembro, 2018.
- GALVÃO, C.; REIS, P.; FREIRE, S. A discussão de controvérsias sociocientíficas na formação de professores. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 17, n. 3, p. 505-522, 2011.
- GENOVESE, Cinthia Leticia de Carvalho Roversi; GENOVESE, Luiz Gonzaga Roversi; CARVALHO, Washington Luiz Pacheco de. Questões sociocientíficas: origem, características, perspectivas e possibilidades de implementação no ensino de ciências a partir dos anos iniciais do Ensino Fundamental. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática*, v. 15, n. 34, p. 05-17, jul./dez. 2019.
- MARQUES, A.; OLIVEIRA, A. P.; OLIVEIRA, C. A. I.; MAHL, C. E.; NOVELLO, C. A.; PERÔNIO, D.; FONSECA, E.; MATTOS, M.; CANDITO, V. Quanto à técnica de análise de dados. In: ROBAÍNA, J.V.L.; FENNER, R.S.; MARTINS, L.A. M.M.; BARBOSA, J.A.; SOARES, J. R. (Orgs.) *Fundamentos teóricos e metodológicos da pesquisa em educação em Ciências*. 1. Ed. Curitiba: Bagai, 2021. p. 93-115.