

## **Evidências científicas e valores éticos: como são articulados por estudantes para a resolução de uma Questão Sociocientífica**

**Scientific evidences and ethical values: how they are articulated by students to solve a socio-scientific issue**

### **Carolina Moraes Martins de Barros**

Programa Interunidades de Ensino de Ciências – Instituto de Biociências  
– Universidade de São Paulo  
carolina.moraes.barros@usp.br

### **Beatriz Busin Campos**

Programa Interunidades de Ensino de Ciências – Instituto de Biociências  
– Universidade de São Paulo  
beatriz.busin.campos@alumni.usp.br

### **Julia Montenegro de Sena Ferreira**

Programa Interunidades de Ensino de Ciências – Instituto de Biociências  
– Universidade de São Paulo  
julia.montenegro@usp.br

### **Thiago Marchini**

Programa Interunidades de Ensino de Ciências – Instituto de Biociências  
– Universidade de São Paulo  
thiago.marchini@alumni.usp.br

### **Maíra Batistoni e Silva**

Programa Interunidades de Ensino de Ciências – Instituto de Biociências  
– Universidade de São Paulo  
mbatistoni@usp.br

## Resumo

O uso de questões sociocientíficas (QSC) no ensino de ciências possibilita que estudantes desenvolvam a capacidade de tomada de decisão mobilizando diferentes áreas do conhecimento. Com o objetivo de entender como é o processo de tomada de decisão para a resolução de uma QSC por parte de estudantes do Ensino Médio, analisamos o áudio da discussão de dois grupos durante a resolução de uma atividade baseada em QSC. Notamos que apesar dos grupos utilizarem diferentes estratégias para chegar a uma decisão, ambos pautaram suas escolhas no senso de justiça e não nas evidências científicas disponíveis. Sugerimos uma maior estruturação das atividades baseadas em QSC, para que os alunos precisem analisar as evidências científicas antes da tomada de decisão, diminuindo as chances de que elas sejam baseadas apenas por valores éticos.

**Palavras chave:** ensino de ciências, questões sociocientíficas, valores éticos, evidências científicas

## Abstract

The use of socio-scientific issues in science teaching enables students to develop decision-making skills by mobilizing different areas of knowledge. In order to understand the decision-making process for high school students while solving socio-scientific issues, we analyzed the audio of the discussion of two groups during the resolution of an activity based on socio-scientific issues. We noticed that although the groups used different strategies to reach a decision, both based their choices on the sense of justice and not on the available scientific evidence. We suggest a greater structuring of activities based on socio-scientific issues, so that students need to analyze scientific evidence before making a decision, reducing the chances that they are based only on ethical values.

**Key words:** science teaching, socio-scientific issues, ethical values, scientific evidences

## Compromissos para o ensino de Ciências

Já é bastante defendido na área de pesquisa e ensino de Ciências que a Alfabetização Científica (AC) é um objetivo a ser alcançado. Em linhas gerais, espera-se que a aluna e o aluno alfabetizados cientificamente sejam capazes de analisar criticamente a realidade em que se inserem para tomar decisões e atuem de forma cidadã (Sasseron e Carvalho, 2011). Com a intenção de caracterizar tal objetivo, Sasseron e Carvalho (2008, p. 03) propuseram três eixos para o desenvolvimento e avaliação de práticas pedagógicas voltadas à AC, com base em estudos sobre a literatura existente no campo, sendo eles: *i.* “compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais”; *ii.* “compreensão da natureza da ciência

e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática”; *iii*. “entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente”. Inicialmente, o lugar ocupado pela AC vinha de um olhar formativo para a compreensão de fatos, conceitos e princípios científicos e tecnológicos voltados para o universo escolar, sendo extravasado para a vida cotidiana dos estudantes a partir da análise crítica da produção científica e a sua relação com a sociedade (Silva e Sasseron, 2021).

Contemporaneamente, autoras têm explorado de forma mais explícita o que é essa atuação cidadã esperada, indicando que a AC também pressupõe um alinhamento político a valores como justiça social e equidade, de forma que além da atuação dos estudantes em suas comunidades, a AC também seja um instrumento emancipatório (Valladares, 2021; Silva e Sasseron, 2021). A AC pensada de tal maneira expressa profundas ligações com o pensamento de Paulo Freire sobre alfabetização, em que se argumenta para além do mero depósito de conteúdos nos estudantes esperando manter as dinâmicas de opressão vivenciadas em nossa sociedade (Freire, 2013), orientando a práxis pedagógica no sentido de transitarmos da consciência ingênua sobre a realidade, para a consciência crítica - que se faz a partir da leitura reflexiva da realidade e do diálogo -, e por meio da conscientização, tomar a posição de sujeitos da própria história, promovendo transformação da realidade de injustiças vivenciadas por aqueles que se apresentam em situação de vulnerabilidade (Freire, 2020). Analogamente, alinhados à perspectiva freiriana, Kauano e Marandino (2022) indicam que o ensino de Ciências precisa possibilitar “a conscientização e a humanização, promovendo o desenvolvimento das potencialidades e a transformação da sociedade” (p. 03). Ou seja, a educação em ciências que buscamos deve criar um ambiente em que as alunas e alunos tenham oportunidades de exercitar reflexão e engajamento críticos sobre suas realidades, a fim de que possam reconhecer as opressões existentes e agir com a intenção de modificá-las.

Silva e Sasseron (2021) propõem que, para a efetivação da AC que visa a transformação, deve-se explorar as inter-relações entre os domínios conceitual, epistêmico, social (Duschl, 2008) e material (Stroupe, 2014) do conhecimento científico e a necessidade de aprofundamento no segundo eixo da AC, definido por Sasseron e Carvalho (2008), que diz respeito à natureza do fazer científico e sua relação com fatores éticos e políticos. Segundo Valladares (2021), a ação para transformação social é possível quando a educação em ciências se desloca de um modelo racional e tecnicista e se volta para a justiça e igualdade social.

Um dos movimentos de resposta à tendência tradicional-tecnicista no Ensino de Ciências (EC) são os encaminhamentos provenientes de estudos das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) nos campos da História, Filosofia e Sociologia da Ciência para o EC, que têm sido um modelo importante para orientar o planejamento e a ação pedagógica no sentido de explorar as relações existente no campo da Ciência e Tecnologia (CT) dos pontos de vista histórico, social, político, ético, moral e econômico desde meados da década de 1970 (Santos e Mortimer, 2000). A depender de fatores como pressões curriculares ou da formação e intencionalidade docente, diferentes correntes dentro do que é entendido por educação CTS podem ser identificadas (Pedretti e Nazir, 2011), mobilizando em grau maior ou menor as ideias, habilidades e valores pretendidas em um EC que vise a AC para a cidadania. Correntes que focam, por exemplo, no puro raciocínio lógico ou na aplicação de soluções tecnológicas, sem discutir questões éticas e de valores morais ou o papel da CT na ampliação e no combate a injustiças sociais (Pedretti e Nazir, 2011), podem reproduzir padrões hegemônicos de opressão e injustiças, ao invés de promover a transformação da realidade (Kauano e

Marandino, 2022).

Deste modo, reafirmamos a relevância de expandir os conteúdos a serem trabalhados em aulas de Ciências, para além do que é tido como tradicional-tecnicista, abrindo portas para que professoras e professores possam desenvolver propostas que articulem problemáticas políticas e sociais atravessadas por questões científicas, abrindo possibilidades para o engajamento de estudantes em torno de tais questões. Em seguida, apresentamos breve discussão sobre o uso de Questões Sociocientíficas (QSC) como abordagem didática na intenção de promover o EC crítico e que facilite processos de AC para a cidadania.

## **As Questões Sociocientíficas como abordagem de ensino para AC**

A fim de viabilizar a inserção de conteúdos que extrapolam o uso de conceitos, mirando a construção e mobilização de valores morais, no sentido de uma AC libertadora, transformadora e humanística, a abordagem pautada em QSC é colocada por diversos autores como promissora no campo do EC (Zeidler et al., 2005; Santos e Mortimer, 2009; Simonneaux, 2014; Conrado e Nunes-Neto, 2018; Santos et al., 2018; Silva et al., 2021; Valladares, 2021). Para conceituar QSC, partiremos de Santos e colaboradores (2018), que propuseram uma definição baseada em três elementos: QSC contêm *temáticas relacionadas a CT* que se constituem como *dilemas sociais* e apresentam *controvérsias de ordem ética e moral* (Santos et al., 2018). Zeidler e colaboradores (2005) destacam que “a abordagem QSC representa uma reconstrução e evolução do modelo CTS que fornece meios para abordar apenas as implicações sociais da Ciência e da Tecnologia, mas também para explorar as filosofias pessoais dos estudantes e seus sistemas de crenças” (p. 15, tradução nossa). Conrado e Nunes-Neto (2018), a partir de estudos da área, afirmam que propostas de ensino baseadas em QSC tendem a promover discussões que atravessam diferentes áreas do conhecimento e possuem projeção midiática, trazem à tona questões éticas, mobilizam conhecimentos científicos de fronteira e, portanto, não necessariamente consensuados, além de aspectos vinculados à Natureza da Ciência (NdC), compreende discussões sobre valores morais e interesses e estimula tomadas de decisão e ação por parte dos estudantes.

Segundo Santos e Mortimer (2009), a introdução de QSC no EC propicia maior interação e diálogo entre os sujeitos do processo pedagógico, além de possibilitar “a emergência de situações vivenciais dos alunos e a discussão de atitudes e valores” (p. 25), o que proporciona espaço para a mobilização e o desenvolvimento de valores morais em uma concepção humanística - o que dialoga com a intenção de promover uma AC transformadora. Tais aspectos são relevantes, levando-se em conta que práticas dialógicas e contextualizadas na realidade dos estudantes são a base para a construção da reflexividade e do desvelamento e transformação das situações de opressão vivenciadas cotidianamente (Freire, 2013). Valladares (2021) defende que os estudantes participem de debates sobre Natureza da Ciência e sejam confrontados com QSC que precisem de resolução. Para a autora, a AC enquanto ferramenta para transformação social depende não só de contextualizar a Ciência e que estudantes conheçam e reflitam sobre a construção do conhecimento científico, seus vieses e seus impactos, mas que exerçam em grupo competências que permitem maior ativismo social (Valladares, 2021).

Como dito na primeira seção deste trabalho, a formação de sujeitos críticos e capazes de tomar decisões fundamentadas em valores humanísticos, democráticos e de justiça social

exige aprofundamento crítico no olhar para os conteúdos. A abordagem baseada na resolução de QSC carrega um leque de características que podem refletir em diferentes intencionalidades para o EC e oportunidades de aprendizagens significativas. Segundo Conrado e Nunes-Neto (2018), as expectativas de aprendizagem para propostas baseadas em QSC devem ser expressas não somente no campo conceitual ou procedimental, mas também no atitudinal, uma vez que as QSC se constituem em dilemas científico-tecnológicos que carregam em si implicações morais importantes. Nessa perspectiva, a discussão de QSC no campo da ética se desdobra em “oportunidades de promover o debate e a reflexão crítica sobre valores, normas, atitudes, pontos de vista e tomadas de decisão distintos” (Conrado e Nunes-Neto, 2018, p. 101).

Uma vez que é fundada em diferentes pontos de vista, em um cenário complexo onde a Ciência é um dos elementos dentro da dinâmica da QSC, é necessário que atenção seja dada aos subsídios que os estudantes terão para sua resolução consciente. Nesse sentido, Zeidler e colaboradores (2005) apontam que uma sociedade com pluralidade de ideias gera dilemas éticos e morais e que estudantes, na resolução de QSC, devem negociar como encaminhar as partes do problema em questão, experienciando um cenário complexo de uso dos conhecimentos de CT. Segundo as autoras, "um objetivo ainda mais elevado para o ensino por meio de QSC seja a mobilização de estudantes que tomem ações baseadas nos seus novos conhecimentos científicos e nas suas ramificações" (Zeidler et al., 2005, p. 16).

As QSC podem apresentar diferentes dimensões conceituais e objetivos distintos podem ser priorizados em um espectro que vai da promoção técnico-científica ao ativismo sociopolítico (Simonneaux, 2014). De acordo com Simonneaux (2014), as controvérsias e incertezas que circundam a resolução de QSC podem acarretar em diferentes escolhas feitas por professoras e professores que, a depender também de sua formação e convicções sobre a temática, posicionam os objetivos da aplicação da resolução de uma QSC em pontos distintos no espectro supracitado. Dionor e colaboradores (2020) desenvolveram uma ferramenta para avaliar propostas envolvendo a resolução de QSC em três níveis de abordagem (*i.* simplificada; *ii.* intermediária; *iii.* ampliada), pautada em cinco critérios:

- Relevância e contextualização, que envolve o reconhecimento das relações CTS e as relações da QSC com o cotidiano;
- Motivação e aplicação, relacionada com a explicitação do valor do conhecimento científico para a resolução da QSC e sua aplicação contextualizada;
- Argumentação e posicionamento, que diz respeito ao estímulo à valorização de diferentes pontos de vista envolvidos na QSC, e a tomada de decisão consciente, embasada em argumentos;
- Análise e resolução de problemas, envolvendo a leitura crítica da situação expressa na QSC, a proposição de possíveis soluções e sua aplicação em nível individual ou coletivo;
- Compreensão e mobilização de conteúdos nas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal.

Com esta ferramenta, Dionor e colaboradores (2020) olharam analiticamente para artigos indexados em bancos nacionais e internacionais e observaram grande variação no alcance das propostas nos cinco eixos de avaliação propostos. Considerando as possíveis questões impostas pela ferramenta analítica e pelo *corpus* de análise, os autores levantam a ideia de que podem haver limitações importantes na aplicação de propostas a partir da abordagem de QSC

(Dionor et al, 2020). Foi constatado que o quinto eixo, voltado ao trabalho conceitual, foi o mais desenvolvido em todos os artigos avaliados, seguido pelo primeiro eixo, voltado à contextualização e relevância, e em terceiro o eixo 2, que considera a aplicação do conhecimento científico para a resolução da QSC a partir da avaliação da sua importância (Dionor et al., 2020). Os processos argumentativos, posicionamento frente ao dilema, tomadas de decisão e organização sociopolítica, expressos nos eixos 3 e 4, foram identificados como os menos trabalhados.

De forma análoga, Silva e colaboradoras (2021) propuseram a análise de trabalhos sobre o uso de QSC nas edições de 2005 a 2018 do ENEBio. As autoras caracterizam as relações conceituais expressas nos artigos entre as ideias de abordagem com uso de QSC e EC pautado pelos encaminhamentos CTS, posicionando as propostas analisadas nas correntes da Educação CTS propostas por Pedretti e Nazir (2011) e qualificam as propostas segundo a aplicação das dimensões conceituais das QSC por Santos e colaboradores (2018) (Silva et al., 2021). As análises mostraram evidências da indefinição conceitual das QSC nos trabalhos analisados, a falta de aspectos éticos, morais e de engajamento sociopolítico contemplados nas expectativas de aprendizagens e propostas que não abordam a questão sob o ponto de vista da controvérsia de ordem moral e da tomada de decisão (Silva et al., 2021). Segundo as autoras, tais evidências “revelam um distanciamento entre os propósitos formativos e as dimensões das QSC adotados no campo acadêmico e aqueles praticados nas salas de aula brasileiras” (Silva et al., 2021, p. 20).

A resolução de QSC é uma abordagem didática que necessita de uma diversidade de recursos e estratégias que dêem conta da complexidade que as questões carregam, o que gera necessidade de tempo e qualidade de planejamento, além de mediação docente cuidadosa para que as expectativas de aprendizagem sejam alcançadas. Dificuldades como as apontadas por Dionor e colaboradores (2020) e Silva e colaboradoras (2021) deixam evidente a necessidade de olhares mais cuidadosos de pesquisadoras e pesquisadores do campo do EC para diferentes aspectos do trabalho com as QSC, da formação docente às aprendizagens. O presente trabalho pretende investigar como se dá a resolução de uma QSC por um grupo de estudantes de Ensino Médio, buscando lançar luz sobre as tomadas de decisão para a solução do problema proposto e, com isso, tecer considerações sobre relações entre o planejamento e a aplicação de propostas baseadas em QSC, bem como os desafios para a implementação da abordagem em sala de aula.

## **Construção dos dados**

### **Contexto de pesquisa: a escola-campo**

A pesquisa foi desenvolvida em aulas de biologia de uma escola estadual do estado de São Paulo, em duas turmas de 1º ano do Ensino Médio. As turmas são compostas por 30 estudantes, do qual a maioria já possuía história prévia na turma, passando a maior parte da vida escolar nessa escola; cinco estudantes em cada uma das turmas eram alunas e alunos novos, cujas primeiras aulas de biologia foram durante o desenvolvimento da pesquisa. Os estudantes foram informados sobre a pesquisa pela professora e diretora da escola e os pais ou responsáveis também foram informados via e-mail antes da nossa chegada. Os estudantes receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que deveria ser assinado por um responsável e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, que deveria ser assinado pelo

próprio estudante, previamente validados pelo Comitê de Ética do Instituto de Biociências da USP, sob o parecer 5.301.336.

### **Contexto de pesquisa: a QSC proposta para os estudantes**

A atividade consiste em uma situação problema que deve ser resolvida pelos estudantes. A situação apresentada é baseada em um caso real, que envolve a atleta Caster Semenya, uma mulher hiperandrogênica, e o Comitê Olímpico Internacional (COI). Munidos dos materiais fornecidos pela professora, os estudantes devem decidir sobre a participação ou não dessa atleta na categoria feminina na próxima edição dos Jogos Olímpicos. Os objetivos específicos da atividade são que os estudantes sejam capazes de: i) identificar os efeitos de hormônios gonadotrópicos; ii) identificar diferenças nos órgãos reprodutores masculinos e femininos; iii) reconhecer a existência de mulheres hiperandrogênicas; iv) selecionar e organizar dados; v) utilizar dados para justificar um posicionamento e vi) compreender influência política e social em tomadas de decisões que utilizam a biologia como justificativa.

Em grupos, os estudantes receberam uma pasta com materiais que serviram como evidências para analisarem e decidirem sobre o caso da atleta Caster Semenya. Mokgadi Caster Semenya é uma atleta sulafricana que compete em provas de longa distância de atletismo. Em 2009, ela foi campeã da prova de 800m no Mundial de Atletismo de Berlim em um tempo que era 2s mais longo que o recorde mundial. Após a prova, a Federação Internacional de Atletismo solicitou a realização de testes de gênero, justificada por suspeita de ambiguidade de gênero. Durante o teste, foi verificado que a atleta possui hiperandrogenismo, o que causa aumento da circulação de hormônios androgênicos, como a testosterona. Por ser uma alteração de causas naturais, ela pôde manter sua medalha, mas foi proibida de participar de novas competições por 11 meses. Em 2019, Semenya teve que se submeter a um tratamento hormonal para diminuir seus níveis de testosterona a fim de atingir parâmetros considerados normais para mulheres. A atleta iniciou o tratamento, mas sofreu efeitos colaterais, como ganho de peso e cólica, que a fizeram desistir da terapia hormonal. Por causa disso, a atleta não participou das Olimpíadas de Tóquio, em 2021, por não ter sido considerada apta a se classificar pelo COI.

Na primeira ficha, a história da atleta é apresentada resumidamente e as alunas e alunos podem ler a comanda da atividade: elaborar um argumento para decidir sobre a participação da atleta nos Jogos Olímpicos de 2024, justificando-o com base nas informações da coletânea disponibilizada. Os materiais na pasta estão divididos em aspectos biológicos e aspectos sociais/esportivos. A pasta é composta por 16 fichas, descritas abaixo (Quadro 1). Os estudantes devem discutir sobre a participação de Caster Semenya utilizando os dados apresentados para defender a decisão assumida pelo grupo. Essa decisão deve ser registrada na forma de texto, em que explicitem o posicionamento tomado e indiquem quais evidências podem usar para justificá-lo.

**Quadro 1:** Materiais que compõem coletânea da atividade sobre a atleta Caster Semenya.

<b>Fichas (na ordem apresentada aos estudantes)</b>	<b>Conteúdo</b>	<b>Objetivos de aprendizagem (“Que os estudantes sejam capazes de...”)</b>
Caso da atleta Mokgadi Caster Semenya	Apresentação da história da atleta e inserção da comanda da	Reconhecer a atleta como uma mulher hiperandrogênica,

	atividade.	impedida de competir devido nas Olimpíadas de Tóquio por ter uma taxa de testosterona livre fora dos padrões considerados femininos e contextualizar a investigação.
Ficha da atleta	Informações gerais sobre a atleta (nacionalidade, etnia, nascimento, altura, peso), vitórias conquistadas, modalidade que compete, recordes pessoais e ranking atual.	Relacionar as características físicas e conquistas da atleta em foco com as de outras atletas que competem na categoria feminina.
Recordes nas principais provas disputadas por Caster Semenya	Recordes históricos Olímpicos e de Mundiais nas provas de 800m e 1500m livres, com destaque para os tempos de Caster.	Perceber que a atleta se destaca na modalidade, sendo recordista mundial e olímpica e que existem mulheres que tiveram desempenhos melhores do que o da Caster.
Regulamento Olímpico	Trechos do regulamento do COI, com destaque para os princípios do olimpismo, inclusão no esporte e regras para análise de casos de doping.	Reconhecer a igualdade como princípio do esporte; Reconhecer aspectos sociais do esporte associados à inclusão e respeito à saúde.
Linha do tempo	Indica principais eventos sobre a inclusão e participação feminina em competições de atletismo, com destaque para data do caso de Caster	Identificar a participação tardia de mulheres no esporte e a existência de testes de verificação de gênero.
Programa oficial de Paris 2024	Descrição de todas as modalidades previstas para Paris 2024, classificadas segundo as categorias existentes (feminina, masculina ou mista).	Reconhecer que a maioria dos esportes é dividida em categorias femininas e masculinas; identificar esportes ou provas que são só masculinas, só femininas ou mistas.
Participação feminina nos Jogos Olímpicos	Tabela com número total de mulheres e porcentagem de mulheres que participaram de cada Olimpíada (1900-2021).	Identificar que a participação feminina foi tardia e que há ainda maioria de atletas do sexo masculino.
Variação dos corpos da Comissão Brasileira em Tóquio 2020	Imagens de atletas de diferentes modalidades que compunham a COB em Tóquio 2020.	Reconhecer a diversidade de corpos como algo natural do esporte.
Comparação de recordes mundiais ao longo do tempo	Infográfico com evolução ao longo dos recordes (masculino e feminino) nas provas de salto em altura, salto em distância, corrida de 100m e 100m livres na natação.	Comparar mudança ao longo do tempo em relação aos recordes e evolução no esporte; Identificar diferenças entre desempenho masculino e feminino.
Hormônios - funções	Trecho de texto sobre relação de hormônios e desempenho esportivo. Tabela com descrição	Conhecer as funções dos principais hormônios do sistema endócrino e a influência dos



	de diversos hormônios, suas funções e glândulas secretoras.	hormônios gonadotróficos no desempenho em esportes.
Capacidade aeróbia em homens e mulheres antes e após treinamento físico	Adaptado de artigo científico, resume os procedimentos realizados e caracteriza os sujeitos analisados. Inclui tabela com Frequência Cardíaca, ventilação e consumo de O <sub>2</sub> em homens e mulheres e gráficos de Pressão Arterial em homens e mulheres durante o exercício.	Relacionar a atividade com a temática anterior trabalhada nas aulas, sobre Frequência Cardíaca e Frequência Respiratória; Identificar diferenças fisiológicas em homens e mulheres durante realização de exercício físico.
Desempenho motor em exercício com pesos	Adaptado de artigo científico, resume os procedimentos realizados e caracteriza os sujeitos analisados. Apresenta gráficos sobre carga suportada, número de repetições e fadiga em exercícios de força realizados por homens e mulheres.	Identificar que homens suportam maior carga em exercícios de força, relacionando com características físicas que acarretam diferenças no desempenho esportivo; Identificar que mulheres possuem taxa de fadiga menor do que homens, reconhecendo que existem capacidades diferentes entre homens e mulheres.
Desequilíbrio hormonal em atletas de Ginástica Rítmica (GR)	Adaptado de artigo científico, resume os procedimentos realizados e caracteriza os sujeitos analisados. Apresenta concentrações de hormônios gonadotróficos em atletas brasileiras de GR.	Identificar que há variação natural entre os diferentes hormônios gonadotróficos; Identificar que as atletas apresentam, no geral, concentração de testosterona mais baixa do que o limite clínico inferior para mulheres não atletas.
Metabolismo de homens e mulheres em exercícios de longa duração	Adaptado de artigo científico, resume os procedimentos realizados e caracteriza os sujeitos analisados. Apresenta gasto energético de homens e mulheres no exercício e no repouso e concentração de hormônios gonadotróficos em homens e mulheres durante o exercício.	Reconhecer que há diferenças nos metabolismos masculinos e femininos; Identificar que mulheres possuem taxa de testosterona significativamente mais baixa do que homens.
Esquema de genitálias	Esquema que mostra espectro de genitálias possíveis entre mulheres cis, pessoas intersexo e homens cis	Reconhecer que há variações naturais nos corpos para além do esperado para corpos femininos e masculinos.

Fonte: autoria própria

### Dados utilizados

Utilizamos uma câmera GoPro e uma câmera Zoom para registrar vídeos da turma coletivamente, de maneira que fosse possível captar imagens da turma de diferentes ângulos. Quando os estudantes estavam em pequenos grupos, cada grupo possuía um gravador de áudio para registrar as discussões e a professora também usava um gravador de áudio no pescoço.

As produções escritas elaboradas pelos estudantes foram registradas por foto e arquivadas, servindo posteriormente para confirmar quais foram as decisões tomadas pelos grupos após o processo de discussão e interação.

Selecionamos dois grupos para análise, o grupo 4 da turma I (G4I), composto por seis meninas, e o grupo 3 da turma II (G3II), composto por cinco meninas e um menino, que faltou na aula que foi analisada neste trabalho. Tais grupos foram escolhidos a partir da observação do engajamento durante a realização da atividade. Fizemos um mapeamento dos áudios coletados para identificar os momentos de maior interação. Estes momentos foram transcritos segundo as regras de transcrição da microetnografia adaptadas de Bloome et al, 2005.

## Resultados e Discussão

Analizamos as transcrições da discussão dos dois grupos a respeito da participação, ou não, da atleta Caster Semenya na próxima edição das Olimpíadas para identificar qual foi o processo na tomada de decisão de cada grupo.

No início da discussão do G3II, percebemos que os membros do grupo estavam divididos sobre ser justa ou não a participação da atleta, o que é evidenciado pela seguinte fala de uma aluna: *“olha não é justo [a atleta participar dos Jogos Olímpicos de 2024] por causa dos outros participantes, mas se você parar pra pensar, também não é culpa dela pra ela parar de fazer”*. As demais alunas concordaram com tal fala e a discussão sobre esse assunto continuou por um bom tempo, até que, por fim, as estudantes decidiram votar se a atleta deveria ou não participar das próximas Olimpíadas. A última aluna a votar proferiu a seguinte fala para desempatar a votação: *“Porque é melhor, você sempre tem que pensar no coletivo ao invés de uma pessoa individual. É mais importante quando afeta o coletivo então eu diria que não, que ela não deveria participar”*. Percebemos que, para o G3II, era fundamental que a tomada de decisão acontecesse de forma coletiva, na qual todas as integrantes pudessem de alguma forma se manifestar, visto que estruturaram uma votação; esse posicionamento, estimulado pela problemática da QSC proposta, dialoga com Valladares (2021) que defende como parte da AC o desenvolvimento de competências em grupo para exercício de ativismo social, um ativismo que não é individual, mas coletivo. Após tomarem a decisão de qual lado elas apoiam, as alunas foram procurar na coletânea de materiais fornecidos os argumentos necessários para apoiar tal decisão. Ao analisarem a ficha sobre Metabolismo em homens e mulheres em exercícios de longa duração, as alunas encontraram um gráfico que comparava o nível de testosterona em homens e mulheres e decidiram usar a quantidade de testosterona de Caster Semenya para justificar o porquê de ela não poder participar das Olimpíadas de 2024.

Já as alunas do G4I, logo no início da aula, ao lerem o caso da atleta, decidiram que ela foi injustiçada ao não poder participar da última edição dos Jogos Olímpicos caso não realizasse terapia hormonal, pois o tratamento havia causado efeitos colaterais intensos. Tal sentimento de injustiça das alunas fica evidente a partir de falas como: *“Já começa errado aqui”*, *“A dignidade dela não foi preservada”* e *“Ela foi discriminada, coitada”*. A partir do momento em que as alunas entraram em um consenso de que a atleta foi injustiçada e que ela deveria sim participar das Olimpíadas de 2024, o grupo se dedicou a ler o material disponibilizado, para encontrar argumentos que embasassem a decisão tomada. O primeiro movimento do grupo foi encontrar qual era o consenso, ou seja, também se organizaram de maneira que a

tomada de decisão fosse coletiva, exercendo assim habilidades do trabalho em grupo pautadas por uma temática para a transformação social (Valladares, 2021), após a mobilização da QSC. Neste grupo, é interessante notar que as alunas empatizaram e se colocaram como sujeitos do problema, analisando como resolvê-lo a partir do reconhecimento das injustiças da atleta, que para elas se apresentava em situação de vulnerabilidade. Assim, percebemos que a QSC estimulou uma apropriação bastante freiriana por parte das estudantes, quando sugeriram mudanças no regulamento visando uma inclusão e combate a injustiça (Freire, 2013). Por fim, as alunas utilizaram, para sustentar a decisão do grupo, a ficha do Regulamento Olímpico, que defende o esporte como forma de desenvolvimento harmonioso da humanidade, promovendo uma sociedade pacífica e preservando a dignidade humana, além de defender que cada indivíduo deve ter a possibilidade de praticar esporte sem sofrer qualquer tipo de discriminação e que o COI deve encorajar e apoiar a promoção de mulheres no esporte.

Apesar da diferença no processo de tomada de decisão, o G3II tendo decidido a partir de uma votação e o G4I a partir de consenso, podemos perceber que ambos os grupos pautaram suas decisões nos valores de justiça de seus membros, utilizando a coletânea de materiais disponibilizados apenas para achar os dados que poderiam sustentar suas decisões, o que fica evidente na interação entre duas alunas do G3II:

Aluna 1: Tá, então escreve aí.

Aluna 2: Escrevo que ela não deveria...

Aluna 1: Não deveria participar, e agora a gente tem que achar um argumento.

E na interação entre as alunas do G4I também:

Aluna 1: A gente tem que apresentar argumentos que validem a ideia de que essa situação foi errada, certo?

Aluna 2: Pra gente foi errado, pra algumas pessoas pode ser que foi certa né. Então...

Aluna 1: É, então agora a gente tem que...

Aluna 2: Agora a gente tem que falar porque a gente acha errado.

Com base no trecho citado acima, podemos observar que, apesar dos estudantes estarem engajados em decidir sobre a possível participação da atleta nos Jogos Olímpicos, a análise da coletânea se deu somente após o grupo já ter decidido, o que não era esperado conforme os objetivos da atividade. Dentre os objetivos i) identificar os efeitos de hormônios gonadotrópicos; ii) identificar diferenças nos órgãos reprodutores masculinos e femininos; iii) reconhecer a existência de mulheres hiperandrogênicas; iv) selecionar e organizar dados; v) utilizar dados para justificar um posicionamento e vi) compreender influência política e social em tomadas de decisões que utilizam a biologia como justificativa, os que foram alcançados foram i, iii, iv, v e vi em ambos os grupos analisados. O objetivo ii não foi contemplado nos diálogos nem nas respostas finais dos grupos.

De encontro com Conrado e Nunes-Neto (2018), a resolução da QSC em questão promoveu uma discussão que atravessa diferentes áreas do conhecimento, mobilizando questões éticas, aspectos da NdC e, principalmente, levantou a negociação de valores morais e interesses durante a decisão dos estudantes. Este último aspecto promovido também dialoga com a proposta de introdução de QSC no EC de Santos e Mortimer (2009), já que houve discussões de atitudes e valores nas interações de ambos os grupos analisados. Apesar de terem engajado

em tais discussões, o uso dos conhecimentos de CT adquiridos através da análise das fichas fornecidas só foi articulado devido à forma como a atividade foi orientada, onde o principal objetivo dos grupos era entregar o argumento escrito que deveria se basear em exemplos da coletânea para justificar a decisão do grupo. Portanto, reforçamos a importância do planejamento e da mediação docente cuidadosa para que as expectativas de aprendizagem sejam alcançadas.

Para que os objetivos fossem plenamente alcançados, seria necessária uma estruturação da atividade de forma a induzir e utilização dos dados fornecidos na coletânea antes da tomada de decisão do grupo. Dessa forma, os estudantes podem analisar cada conjunto de dados separadamente, tomando conhecimento dos conceitos biológicos abordados e suas influências política e social nas tomadas de decisão, para então utilizar os dados como justificativa do posicionamento final adotado pelo grupo.

## Agradecimentos e apoios

Agradecemos à escola, à professora e aos estudantes da turma onde realizamos a aplicação da atividade e desenvolvimento deste trabalho; à CAPES pela bolsa de mestrado de Carolina Moraes M. de Barros.

## Referências

- CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei. Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. *In*: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei (orgs.). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, p. 77-118, 2018.
- DIONOR, Grégory Alves et al. Avaliando Propostas de Ensino Baseadas em Questões Sociocientíficas: Reflexões e Perspectivas para Ciências no Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 429-464, 2020.
- DUSCHL, Richard. Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. **Review of research in education**, v. 32, n. 1, p. 268-291, 2008.
- FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. 53 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2020.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 55 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.
- KAUANO, Rafael Vitame; MARANDINO, Martha. Paulo Freire na Educação em Ciências Naturais: Tendências e Articulações com a Alfabetização Científica e o Movimento CTSA. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e35064-28, 2022.
- PEDRETTI, Erminia; NAZIR, Joanne. Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. **Science education**, v. 95, n. 4, p. 601-626, 2011.
- SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.

DOS SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.

SANTOS, Wildson LP; SILVA, Karolina MA; SILVA, Shirley MB. Perspectivas e desafios de estudos de QSC na educação científica brasileira. *In*: CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei (orgs.). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, p. 427-451, 2018.

SASSERON, Lúcia Helena; DE CARVALHO, Ana Maria Pessoa. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, Lúcia Helena; DE CARVALHO, Ana Maria Pessoa. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SILVA, Maíra Batistoni; SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 23, 2021.

SILVA, Maíra Batistoni e; SILVA, Karolina Martins; SOUZA, Leila Cristina Aoyama Barbosa. Entre propósitos e conceitos: questões sociocientíficas em propostas didáticas para o ensino de biologia. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. e21051, 2021.

SIMONNEAUX, Laurence. From promoting the techno-sciences to activism—A variety of objectives involved in the teaching of SSIs. *In*: BENCZE, Larry; ALSOP, Steve. **Activist science and technology education**. Springer, Dordrecht, 2014. p. 99-111.

STROUPE, David. Examining classroom science practice communities: How teachers and students negotiate epistemic agency and learn science-as-practice. **Science Education**, v. 98, n. 3, p. 487-516, 2014.

VALLADARES, Liliana. Scientific literacy and social transformation. **Science & Education**, v. 30, n. 3, p. 557-587, 2021.

ZEIDLER, Dana L. et al. Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. **Science education**, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005.