

Abordagem de gráficos em perspectiva de questões sociocientíficas e modelagem matemática: aprendizagem e posicionamento sobre controvérsias

Graph approach in the perspective of socioscientific issues and mathematical modeling: learning and positioning on controversies

Igo Levir Souza Rabelo¹
Marcelle Margueritte Ielen²
Noemi Sutil³
Anderson Morão⁴

RESUMO

Questões sociocientíficas (QSC) em âmbito educativo remetem à problematização e posicionamento sobre controvérsias na interface Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e à articulação entre áreas de conhecimento em perspectiva integradora. Concernente às composições deste trabalho, concatenam-se QSC à modelagem matemática. Nessa conjuntura, este relato de experiência evidencia processo vivenciado por discentes e docentes de Ensino Superior e da Educação Básica, abrangendo Física, Matemática, Língua Portuguesa e Língua Inglesa, no âmbito do Pibid Interdisciplinar, no ano de 2017, em Curitiba, Paraná. Nesse contexto, elaborou-se proposta educacional pertinente a ações educativas no Ensino Médio e Fundamental, envolvendo aspectos subjacentes a tema relacionado à saída dos Estados Unidos da América do Acordo de Paris. Nesse escopo, objetivou-se analisar aspectos de aprendizagem e posicionamento de estudantes sobre controvérsias, com delineamento analítico vinculado a conjuntos de atividades educacionais associados à abordagem de gráficos. Os dados foram constituídos por relatórios e gravações em áudio, viabilizados por licenciandos, e documentos elaborados por discentes da Educação Básica; estes foram analisados considerando pressupostos de Análise de Conteúdo. No referido processo, evidenciaram-se indícios de aprendizagem e posicionamento dos discentes, com a incorporação de análises e produções pertinentes à abordagem de gráficos em outros gêneros textuais.

Palavras-Chave: Ensino. Questões sociocientíficas. Modelagem matemática. Gráficos.

¹ Licenciando em Física, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). E-mail: igo@alunos.utfpr.edu.br.

² Licencianda em Matemática (UTFPR). E-mail: marguerittemarcelle@gmail.com.

³ Professora Associada do Departamento Acadêmico de Física (DAFIS)/Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET) (UTFPR). Doutora em Educação para a Ciência (Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP). E-mail: noemisutil@utfpr.edu.br.

⁴ Licenciando em Matemática (UTFPR). E-mail: morao@alunos.utfpr.edu.br.

ABSTRACT

Socioscientific issues (SSI) in the educational domain refer to problem-posing and positioning on controversies in the Science, Technology, Society and Environment (STSE) interface and to the articulation between areas of knowledge in an integrating perspective. Concerning the compositions of this work, SSI is concatenated to mathematical modeling. Pertinent to this juncture, this experience report highlights a process experienced by students and teachers of Higher Education and Basic Education, involving Physics, Mathematics, Portuguese and English, within the scope of Interdisciplinary Pibid, in 2017, in Curitiba, Paraná. In this context, an educational proposal pertinent to actions in high school and elementary school was developed, involving aspects underlying the theme related to the exit of the United States of America from the Paris Agreement. In this scope, the objective was to analyze aspects of students' learning and positioning on controversies, with an analytical design linked to sets of educational activities concerning the approach of graphics. The data consisted of reports and audio recordings, made possible by undergraduates, and documents elaborated by students of Basic Education; these materials were analyzed considering Content Analysis assumptions. In this process, evidence of students' learning and positioning was identified, with the incorporation of analysis and productions pertinent to the approach of graphics in other textual genres.

Keywords: Teaching. Socioscientific issues. Mathematical modeling. Graphics.

Introdução

As relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) perpassam concepções de seres humanos, das relações entre si e seus espaços de interação. Nessa conjuntura, denunciam-se compreensões desses aspectos que fomentam a dicotomia entre ser humano e natureza (LENOBLE, 1990; DIEGUES, 2008).

Entre as implicações dessas noções restritas, ressalta-se a ausência de participação pública no escopo de questões subjacentes às relações entre CTSA, substanciada pela exiguidade de percepção de pertencimento aos espaços e pela incompreensão de caráter de ciência e tecnologia como construções humanas (LATOURET, 2000). Agrava este quadro a insuficiência de atos comunicativos alocados em práticas argumentativas não coercivas (HABERMAS, 2012), envolvendo construção e análise de argumentos.

Demandam-se, nesse sentido, ações de problematização de questões na interface CTSA e posicionamento sobre controvérsias contemporâneas. Tais ações remetem à premência de desenvolvimento de atividades educativas envolvendo expressões discursivas de sujeitos em interação.

Neste trabalho, propõe-se compreender esses pressupostos formativos no panorama teórico das questões sociocientíficas (QSC) (RATCLIFFE; GRACE, 2003; ZEIDLER; NICHOLS, 2009) associando elementos de modelagem matemática (BIEMBENGUT; HEIN, 2009). A essa composição, agregam-se especificidades de gráficos

como inscrições no escopo da Sociologia da Ciência (LATOIR, 2000) e perspectivas de aprendizagem significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Esses fundamentos se encontram vinculados em proposta educacional para abordagem integrada de conteúdos de Física, Matemática, Língua Portuguesa e Língua Inglesa na Educação Básica, envolvendo estudantes de Ensino Médio e Fundamental. No âmbito da referida proposta, objetiva-se analisar aspectos de aprendizagem e posicionamento de estudantes sobre controvérsias na interface CTSA, com ênfase em delineamento analítico envolvendo abordagem de gráficos.

Este trabalho se refere a relato de experiência com ações desenvolvidas no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid), modalidade interdisciplinar. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (Capes) - Código de Financiamento 001.

Questões sociocientíficas e modelagem matemática

No que concerne à abordagem de relações CTSA em âmbito educativo, destacam-se, neste trabalho, as questões sociocientíficas (QSC). Segundo Ratclife e Grace (2003), as QSC se alocam nas fronteiras do domínio científico, com incompletude de informações e evidências; agregam formação de opiniões e escolhas subjetivas e sociais em panorama amplo de abrangência; possuem abordagem midiática e concatenam interesses; envolvem análises de custo-benefício e perspectivas éticas e morais; vinculam-se a desenvolvimento sustentável e cotidiano.

A abordagem dessas questões em domínio educativo envolve ações de crítica e criatividade. Implica a problematização de aspectos de QSC e a proposição de alternativas em termos de posicionamento e enfrentamento dessas problemáticas.

Questões sociocientíficas (QSC) envolvem o uso deliberado de tópicos científicos que demandam aos estudantes engajarem-se em diálogo, discussão e debate. Elas são usualmente controversas por natureza, mas têm o elemento adicional de demanda de um nível de raciocínio moral ou de avaliação de preocupações éticas no processo de tomada de decisões visando uma possível resolução dessas questões (ZEIDLER; NICHOLS, 2009, p. 49, traduções nossas).

As composições deste trabalho concatenam QSC e modelagem matemática, para viabilização de elementos de crítica e criatividade, direcionados a aspectos controversos em domínio de ciência e tecnologia e pertinentes às relações entre seres humanos e espaços de interação. Modelo matemático se refere a “um conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir, de alguma forma, um fenômeno em questão ou problema de situação real” (BIEMBENGUT; HEIN, 2009, p. 12). Em referência a essa elaboração, “modelagem matemática é o processo que envolve a obtenção de um modelo” (BIEMBENGUT; HEIN, 2009, p. 12).

Esse processo pode ser compreendido em três etapas: interação; matematização; modelo matemático. A interação abrange o reconhecimento da situação-problema e a familiarização com o assunto a ser modelado (referencial teórico). A matematização envolve a formulação do problema (hipótese) e a sua resolução, considerando o modelo. No que concerne ao modelo matemático, demanda-se a interpretação da solução e a validação dessa produção (avaliação). Aspectos valorativos de um modelo não se restringem à sofisticação matemática e a modelagem matemática se apresenta viável para abordagem em diversos níveis de ensino. (BIEMBENGUT; HEIN, 2009).

Circunscreve-se a elaboração de modelo matemático no escopo de QSC em seguimento de viabilização de elementos para expressões de sujeitos em questões na interface CTSA. Na presente análise, delimitam-se os gráficos como inscrições constituindo gêneros textuais subjacentes às estruturas expressivas de posicionamento sobre controvérsias.

Essa concepção de gráficos e inscrições alude a aspectos de Sociologia da Ciência, conforme proposições de Latour (2000). No escopo da construção de fatos científicos, o autor propõe estabelecer o ponto de partida analítico na “simples afirmação”. Desafia ao prosseguimento de ações de um sujeito “discordante” disposto a questioná-la. Em sentido oposto, aloca o “construtor de fatos”, com o intuito de fortalecer e disseminar asserções.

De acordo com Latour (2000), a sentença sem vestígio de autoria, interpretação, tempo e espaço se aproxima do caráter de “fato”, uma caixa-preta, desatrelando sua natureza de produto do trabalho humano. Da inserção da sentença em outras asserções depende seu caráter de fato ou ficção (em campo de controvérsias), ressaltando o aspecto coletivo dessas produções.

Nessa conjuntura, o autor relaciona as sentenças às inscrições, situando os laboratórios, equipamentos e porta-vozes no avanço do discordante ou do construtor de fatos. Os gráficos concebidos como inscrições constituem gêneros textuais associados a campos de interação particulares. A manipulação de inscrições, como recursos estáveis, móveis e combináveis, propicia a problematização e a expressão dos sujeitos no âmbito desses campos, com a composição de repertório linguístico-conceitual. Concernente a esse delineamento, vinculam-se perspectivas de aprendizagem.

No escopo da aprendizagem significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980), salienta-se o estabelecimento de relações entre conteúdos novos e existentes na estrutura cognitiva, em que adquirem ênfase os conhecimentos prévios e a disposição para aprender. Em termos de aprendizagem de conceitos, ressaltam-se as relações em referência a domínio empírico-concreto e às conexões entre atributos essenciais. Concatenam-se a essa modalidade, as perspectivas representacional e proposicional de aprendizagem, concernentes às estruturas e recursos que viabilizam a manipulação desses conceitos.

A seguir, evidenciam-se articulações entre QSC e modelagem matemática na composição da proposta educacional. Por conseguinte, correlacionam-se aprendizagem e posicionamento em referência a expressões dos sujeitos nas proposições de interpretação.

Metodologia

Este trabalho compreende processo, no âmbito do Pibid Interdisciplinar, envolvendo sete licenciandos, quatro professores da Educação Básica e um docente de Ensino Superior. A associação desses sujeitos ao Pibid Interdisciplinar, em referência a especificações de editais da Capes e da instituição universitária, perpassou delimitação a áreas específicas e interesse em atuação em proposta educacional com articulação entre esses campos.

No Quadro 1, a seguir, especificam-se as áreas de atuação desses sujeitos.

Quadro 1 – Áreas de atuação de licenciandos e docentes

Participante	Área
Licenciando	Física
Licenciando	Matemática
Licenciando	Matemática
Licenciando	Língua Portuguesa
Licenciando	Língua Portuguesa
Licenciando	Língua Inglesa
Licenciando	Língua Inglesa
Docente Educação Básica	Física
Docente Educação Básica	Matemática
Docente Educação Básica	Língua Portuguesa
Docente Educação Básica	Língua Inglesa
Docente Ensino Superior	Física

Fonte: Autoria própria (2017).

Nesse escopo, foram desenvolvidas ações educativas em instituição pública da cidade de Curitiba, Paraná, durante o ano de 2017, abrangendo duas turmas regulares: 6º ano de Ensino Fundamental, com 23 estudantes, turno vespertino; e 2º ano de Ensino Médio, com 31 alunos, turno matutino.

Essas turmas foram selecionadas a partir de análises realizadas pelos licenciandos e docentes e por gestores da instituição, considerando interesse em participação nas ações, características e condições dos estudantes de Educação Básica. Essas ações foram articuladas às aulas regulares das turmas, em seguimento à análise de planejamentos da

referida instituição, nas disciplinas de Matemática, Língua Portuguesa, Língua Inglesa, Ciências (especificamente no Ensino Fundamental) e Física (restrita ao Ensino Médio).

Nesse contexto, foram desempenhadas as etapas: (1) Análise de referenciais teóricos; (2) Identificação de características de instituição educativa e sujeitos; (3) Planejamento e desenvolvimento de atividades educacionais; (4) Análise de ações. Nesse cenário, houve reuniões semanais entre professor de Ensino Superior e licenciandos e encontros periódicos com docentes da Educação Básica.

Na primeira etapa “Análise de referenciais teóricos”, os licenciandos e docentes propuseram e realizaram a leitura e análise de materiais específicos sobre ensino, pertinentes às quatro referidas áreas. Destacaram-se os conjuntos de referenciais teóricos associados às relações entre CTSA, Modelagem Matemática e Análise de Discurso.

Na segunda etapa “Identificação de características de instituição educativa e sujeitos”, foram realizadas observações em contexto de Educação Básica. A partir de análises desse conjunto de ações, foi proposto o tema “A saída dos Estados Unidos da América (EUA) do acordo de Paris”, vinculando questões sociocientíficas subjacentes às discussões sobre emissão de CO₂ e aquecimento global, que compreendem pressupostos explicitados por Ratcliffe e Grace (2003) e Zeidler e Nichols (2009).

A seguir, na terceira etapa “Planejamento e desenvolvimento de atividades educacionais”, foram elaborados planos de ensino e de aulas e desenvolvidos 10 conjuntos de atividades educacionais (10 horas-aula de 50 minutos) em cada uma das turmas, com articulação entre as áreas de Física, Matemática, Língua Portuguesa e Língua Inglesa, considerando o tema explicitado. No decorrer desse processo, foram elaborados relatórios, com descrições e reflexões, e realizadas gravações em áudio das ações em sala de aula pelos licenciandos; os discentes da Educação Básica elaboraram produções que também compuseram o conjunto de dados: *tweets*, carta do leitor, lide - parte da estrutura do gênero jornalístico notícia - e gráficos.

Por fim, a quarta etapa “Análise de ações” envolveu o exame das ações empreendidas pelos licenciandos e docentes de Educação Básica e Ensino Superior. Os dados foram analisados conforme características e pressupostos de Análise de Conteúdo (BARDIN, 2009).

No Quadro 2, a seguir, apresentam-se características dos conjuntos de atividades educacionais desenvolvidos na terceira etapa, implementados em aulas regulares das referidas áreas; no Ensino Fundamental, a área de Física foi compreendida no escopo da disciplina de Ciências.

Quadro 2 – Conjuntos de atividades educacionais

Conjunto	Descrição
1 Apresentação e verificação de conhecimentos prévios sobre o tema	Leitura de charge sobre o tema, para identificação de elementos verbais e não verbais e verificação de conhecimentos prévios sobre o assunto. Leitura de notícias sobre o tema, para análise de fontes de informação.
2 Identificação de perspectivas diferenciadas sobre o tema	Análise de trechos de vídeo sobre o tema, para visão ampla da situação e análise de fontes de informação. Leitura e análise de tweets do presidente Donald Trump e de outras personalidades sobre o tema. Produção de tweets sobre o tema.
3-4 Abordagem de conteúdos de Física e Matemática, envolvendo aquecimento global, efeito estufa e radiações	Desenvolvimento de atividade experimental para abordagem de radiações (luz visível, infravermelha e ultravioleta), efeito estufa e aquecimento global.
5-6-7-8 Interpretação e construção de gráficos	Apresentação dos principais tipos de gráfico e de dados e gráficos sobre emissão de CO ₂ . Explicitação da construção de gráfico de linha a partir de dados tabelados. Construção de gráficos de linha com valores de emissão de CO ₂ por pessoa em diversos países. Comparação de dados de emissão de CO ₂ entre os países considerando gráficos construídos.
9-10 Expressão escrita sobre o tema	Produção de carta ao leitor e lide considerando a projeção de emissão de CO ₂ conforme gráficos elaborados.

Fonte: Autoria própria (2017).

No que concerne aos discentes da Educação Básica, situando o processo de modelagem matemática, os conjuntos de atividades 1, 2, 3 e 4 propiciaram a **interação** com o tema e as questões sociocientíficas pertinentes. Houve ênfase em abordagem de conteúdos de Língua Portuguesa, Língua Inglesa e Física.

Os conjuntos 5, 6, 7 e 8 propiciaram aspectos de **matematização** e construção de **modelo matemático** envolvendo dados de população e emissão de CO₂. As produções nessas atividades viabilizaram o desenvolvimento de expressão escrita sobre o tema nos conjuntos 9 e 10.

Pertinente a essas ações, objetivou-se elaborar um modelo para descrever o crescimento populacional dos EUA em um intervalo de 20 anos, para posterior projeção de emissões de CO₂ e construção de estruturas discursivas em termos de crítica e proposições de alternativas. As atividades foram realizadas, primeiramente, com discentes de Ensino Médio e, posteriormente, adaptadas para o Ensino Fundamental.

Especificamente nos conjuntos 5, 6, 7 e 8, demandavam-se a elaboração e a interpretação de gráficos. Nesse escopo, desenvolveram-se ações direcionadas à construção de gráfico, relacionando a taxa de emissão de CO₂ *per capita* por país, tomando como referência algumas nações que faziam parte do Acordo de Paris, incluindo os EUA.

Para realizar essas ações, os alunos compuseram grupos de cinco a seis integrantes. Cada equipe recebeu uma tabela contendo dados a respeito da taxa de emissão de CO₂ de cinco países entre 1994 e 2014. Os estudantes deveriam interpretar os dados obtidos da instituição internacional World Bank, relacionando país e ano. Essas vivências envolvendo gráficos constituem ponto de partida analítico para as proposições de interpretações explicitadas a seguir.

Resultados e discussão

Neste trabalho, destaca-se a abordagem de gráficos em perspectiva de questões sociocientíficas e modelagem matemática. As considerações nesse delineamento abrangem dois eixos concernentes a aspectos de: (a) aprendizagem; (b) posicionamento sobre controvérsias, abrangendo crítica e proposições de alternativas.

Na apresentação de exemplares analíticos, os discentes do Ensino Fundamental estão identificados por EF e número (exemplo: EF1) e do Ensino Médio por EM (exemplo: EM1). Os licenciandos são denominados por L e número (exemplo: L1).

No caso do Ensino Médio, inicialmente, verificou-se grande dificuldade dos alunos para manipular números contendo muitas casas decimais. A plotagem dessas informações no gráfico e a definição do eixo de cada grandeza constituíram outro obstáculo. Na conjuntura desses percalços, houve necessidade de alterar o planejamento de ações.

Apesar dos alunos já terem estudado funções e gráficos no ano anterior, foi necessária uma revisão sobre estes conteúdos. Foram apresentados alguns exemplos de gráfico, definição do eixo de cada grandeza e escala.

Na aula seguinte, os discentes construíram o gráfico correspondente a cada país, que permitiu apontar a nação com a maior taxa de emissão de CO₂. No Quadro 3, a seguir, representam-se expressões dos sujeitos vinculadas a essas atividades.

Quadro 3 – Expressões em interpretação de gráficos no Ensino Médio

Sujeitos	Expressões
L1:	Primeiro, o que significa <i>per capita</i> ? Qual o significado de emissão <i>per capita</i> ?
EM1:	Não sabemos professor.

Quadro 3 – Expressões em interpretação de gráficos no Ensino Médio (continuação).

EM2:	Significa por pessoa?
EM3:	Emissão de CO ₂ por pessoa.
L2:	Exatamente, <i>per capita</i> representa a emissão [...] por pessoa.
L2:	Qual país é o maior poluidor?
EM4:	Professor, eu acho que é o Qatar.
L1:	O que vocês acham? Concordam com a colega?
EM1:	Eu também acho que é o Qatar.
L1:	O que precisamos para afirmar com exatidão qual país é o maior poluidor sabendo que o gráfico anterior fornece a emissão por pessoa?
EM5:	É preciso conhecer o número total da população do país.
L1:	Exato, somente conhecendo a emissão <i>per capita</i> e a população total do país é que podemos afirmar qual o maior poluidor em nível global.
L2:	Iremos construir outro gráfico que mostra o crescimento da população desses países ao longo de vinte anos.

Fonte: Autoria própria (2017).

Conforme se observa no Quadro 3, houve entraves subjacentes ao conceito *per capita*. Ampliou-se a compreensão desse conceito com a abordagem de média. Apropriações pertinentes ao conceito foram favorecidas por alusões ao tema e exemplares (em referência a domínio empírico-concreto), com exiguidade de ênfase em articulações entre atributos essenciais. Atinente às relações estabelecidas, salienta-se a intencionalidade inerente ao tema e à elaboração e análise de gráficos como propulsora de apropriação linguístico-conceitual.

No percurso das atividades, destacaram-se obstáculos concernentes a: escala do gráfico; variável dependente e independente; unidades de medida. Referente à definição e aplicação da escala do gráfico, mesmo com a utilização de papel milimetrado, observaram-se dificuldades de diversos discentes quanto à definição do espaço adequado entre dois valores consecutivos.

As alterações de planejamento em decorrência da não apropriação linguístico-conceitual em anos anteriores impactaram sobremaneira a elaboração do modelo matemático, considerando as limitações de carga horária disponível para o desenvolvimento da proposta. Nessa conjuntura, contudo, a abordagem de gráficos empreendida propiciou elementos para a composição de estruturas de expressão em termos de crítica e proposição de alternativas pertinentes a posicionamento sobre controvérsias.

No Ensino Fundamental, a atividade de construção de gráficos teve por objetivo possibilitar aos alunos o desenvolvimento da capacidade de leitura de dados e plotagem

destes em sistema de eixos cartesianos. Quanto à análise de gráfico, enfatizou-se meta de identificação de grandes emissores mundiais de CO₂.

Considerando as necessidades formativas desses discentes, a abordagem de gráficos abrangeu as estratégias sistematizadas no Quadro 4, a seguir.

Quadro 4 – Construção e análise de gráficos de emissão de CO₂ no Ensino Fundamental

Item	Descrição
1	Construção de gráfico de emissão de CO ₂ <i>per capita</i> por ano e país
2	Esclarecimento de dúvidas/exposição de aspectos da construção de gráficos
3	Análise de gráficos de emissão de CO ₂ <i>per capita</i> por ano e país
4	Construção de gráfico de emissão de CO ₂ por ano e país
5	Análise de gráficos de emissão de CO ₂ por ano e país

Fonte: Autoria própria (2017).

A priori, as atividades não deveriam compreender o item 2 (Quadro 4). Contudo, essas ações foram incorporadas após dificuldades dos alunos na realização do item 1.

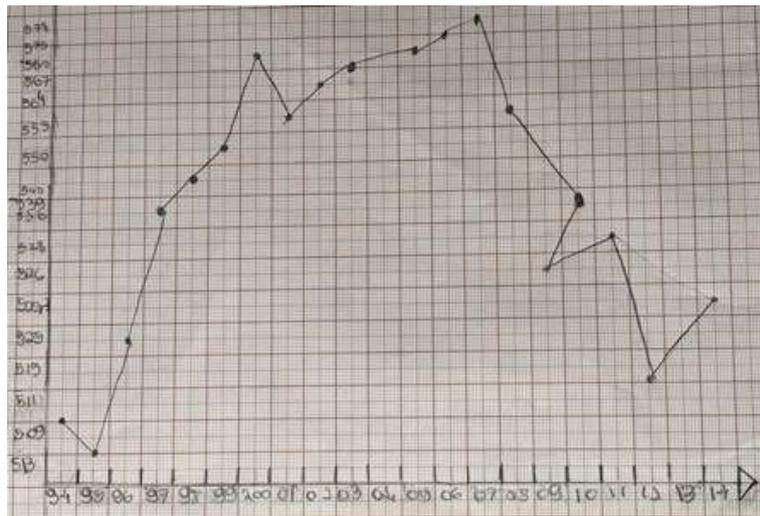
Ao iniciar a realização das atividades, seus proponentes não previram tamanha dificuldade no trabalho com gráficos, os quais já tinham sido alvo de estudo anterior, conforme relatos dos discentes. Nesse sentido, as atividades do item 1 representaram não somente um desafio aos alunos do Ensino Fundamental, mas, também, aos professores em formação, que se dividiram em múltiplos atendimentos individuais e se inseriram em processos analíticos e propositivos para enfrentamento da situação.

A primeira dificuldade manifestada pelos alunos correspondeu à definição dos eixos. Embora exemplos de gráficos de linha tenham sido apresentados, muitos discentes não conseguiram dar início à construção.

Outro entrave observado se referiu aos números envolvidos nos dados. Algumas tabelas continham números com casas decimais que deveriam ser levadas em conta, caso contrário não haveria variação nas quantidades de emissão ao longo dos anos. No 6º ano do Ensino Fundamental, a abordagem matemática se reporta, primordialmente, aos números naturais, agregando essa inevitável dificuldade com o tratamento de dados.

A Figura 1, a seguir, apresenta gráfico elaborado por discente.

Figura 1 – Exemplar de gráfico elaborado por discente EF



Fonte: Documento produzido por discente (2017).

Destaca-se, nesse processo, obstáculo relacionado à novidade em trabalhar com gráfico de linha, como se apresenta no Quadro 5, abrangendo expressões sobre atividades do item 2.

Quadro 5 – Expressões em construção de gráficos no Ensino Fundamental

Sujeitos	Expressões
L4:	[...] eu quero que vocês me digam quais foram as dificuldades que vocês tiveram para fazer o gráfico.
EF1:	Eu não tava conseguindo entender como é que a gente ia ligar os pontos, como é que a gente ia fazer os pontos, eu não tava entendendo essa lógica.
EF2:	Eu não tava entendendo muito bem porque a gente nunca tinha feito gráfico de linha, daí a primeira vez a gente precisou aprender como faz, pra depois querer fazer aquele gráfico lá.
L4:	Sim, entendi. Quem mais? Mais alguma coisa que vocês queiram falar da dificuldade de fazer um gráfico?
EF3:	Eu não tava conseguindo entender muito o que que tinha que fazer no gráfico, aí depois que vocês me explicaram eu consegui fazer.

Fonte: Autoria própria (2017).

No âmbito de ações do item 3 foram analisados gráficos-resposta, organizados em grupos de países, de modo a favorecer a percepção dos alunos. O Quadro 6 demonstra um trecho da discussão conjunta acerca das emissões de CO₂ *per capita*. A partir da conclusão de que tais gráficos não eram suficientes para obter informação sobre os grandes emissores de CO₂, foi proposta a construção dos gráficos utilizando dados da emissão total dos países ao longo dos anos.

Quadro 6 – Expressões em interpretação de gráficos no Ensino Fundamental

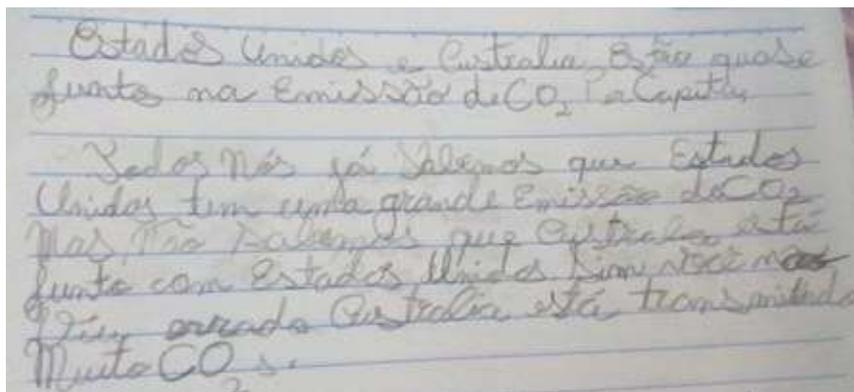
Sujeitos	Expressões
L4:	É bem alto, né? Mas alguma vez a gente já falou do Qatar? Falando nossa, o Qatar emite tanto... O Qatar é um grande emissor. Vocês acham que o Qatar tinha maior emissão do que os Estados Unidos?
Vários alunos:	Não.
EF4:	Eu nem sabia que existia Qatar.
L4:	[...] Qatar é um país pequeno. Ele produz petróleo. É um país bem rico. E ele tem emissão maior do que dos Estados Unidos. Vocês concordam com isso?
Vários alunos:	Não.
L4:	É o que vocês pensariam?
Vários alunos:	Não.
L4:	E por que que tá isso aí nesse gráfico então? (todos os alunos falam ao mesmo tempo)
L4:	Por quê? Porque é <i>per capita</i> . O Qatar tem uma grande emissão <i>per capita</i> ...
EF5:	Por pessoa.
L4:	Por pessoa. Mas o Qatar tem mais habitantes que os Estados Unidos?
Vários alunos:	Não.
L4:	Não, Qatar é um país bem pequeno. Então...
EF6:	Qatar produz menos...
EF7:	Ele é pequeno, mas tem mais gente.
EF8:	Então o Qatar na verdade tem menos emissão de CO ₂ no país inteiro do que os Estados Unidos.

Fonte: Autoria própria (2017).

Na realização de ações do item 4, segunda experiência dos alunos com construção de gráficos, averiguaram-se avanços. Os estudantes conseguiram concluir a atividade em pouco mais da metade do tempo utilizado para a finalização de ações do item 2. Observou-se, também, nos atendimentos individuais, que eles estavam mais seguros e assertivos com o trabalho em realização. Houve, também, progressos na estruturação dos gráficos. Para finalizar a atividade, realizou-se a etapa de discussão dos gráficos de emissão total de CO₂.

Cabe salientar a alusão aos gráficos elaborados e analisados em lides produzidas pelos alunos, como no exemplar a seguir (Figura 2).

Figura 2 – Exemplar de lide elaborada por discente EF



Fonte: Documento produzido por discente (2017).

Transcrição Figura 2: “Estados Unidos e Austrália Estão quase juntos na Emissão de CO2 Per Capita. Todos nós já sabemos que Estados Unidos tem uma grande Emissão de CO2 mas, não sabemos que Austrália está junto com Estados Unidos. Sim você não viu errado Austrália está transmitindo muito CO2s”.

Identificou-se a transposição de informações oriundas da abordagem de gráficos para outros gêneros textuais em diversas produções dos discentes. Considerando a sequência de alocação dessas ações de produção textual na proposta, esses aspectos foram mais contundentes nas lides e cartas do leitor. A abordagem de gráficos em perspectiva integradora de áreas de conhecimento propiciou a construção de argumentos com base em análises de conjuntos de dados, disponibilizados em composição particular de recursos estáveis, móveis e combináveis (LATOURET, 2000). Assim, vislumbram-se possibilidades de inserção dos discentes em campos de interação concernentes à ciência e tecnologia.

Considerações finais

Em domínio educativo, destaca-se a demanda por transposição de barreiras culturais, conceituais e técnicas constantemente. Neste trabalho, observaram-se dificuldades não apenas técnicas, como também conceituais. Dessa forma, as estratégias de ensino precisaram passar por várias mudanças, conforme o surgimento de dificuldades e limitações.

Outro desafio a ser considerado se refere às características dos estudantes no que concerne aos conteúdos apropriados. Mesmo com o trabalho colaborativo entre os envolvidos, houve necessidade de diversas adaptações devido às lacunas de aprendizagem dos discentes, implicando em ampliação do tempo necessário ao desenvolvimento da proposta e inviabilização de desenvolvimento de ações.

No caso das ações com o Ensino Fundamental, que já constituíam um desafio devido a proposições de conteúdos diferenciados essenciais à abordagem das questões sociocientíficas, em termos de modelagem matemática, estas se restringiram a atividades

com gráficos. Isso não significa a impossibilidade de desenvolvimento da proposta educacional, porém, averiguou-se necessidade de ampliação da carga horária prevista, o que não foi possível considerando as condições de atuação na instituição educativa. Em relação ao Ensino Médio, a dificuldade com a manipulação de gráficos, também, inviabilizou o investimento em ações específicas no que concerne ao processo de elaboração do modelo.

Um fator importante a se ressaltar se refere à relevância do tema escolhido para o desenvolvimento desta proposta. Notou-se interesse dos alunos e participação dos mesmos em diferentes momentos, particularmente nas discussões abertas em sala de aula.

A articulação entre QSC e modelagem matemática se mostrou promissora em enfrentamento de cenário de manipulação de dados conforme interesses políticos e econômicos específicos; viabilizou a explicitação de formas de constituição de argumentos e propiciou expressões dos sujeitos sobre questões na interface CTSA. Salientam-se, ainda, as possibilidades formativas de docentes associadas ao trabalho colaborativo entre áreas de conhecimento.

Agradecimentos

Agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo auxílio financeiro.

Referências

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2009.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2009.

DIEGUES, A. C. **O mito moderno da natureza intocada**. São Paulo: HUCITEC-NUPAUB-USP/CEC, 2008.

HABERMAS, J. **Teoria do agir comunicativo I: racionalidade da ação e racionalização social**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2012.

LATOURETTE, B. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

LENoble, R. **História da ideia de natureza**. Lisboa: Edições 70, 1990.

RATCLIFFE, M.; GRACE, M. **Science Education for Citizenship: teaching socio-scientific issues**. Philadelphia: Open University Press, 2003.

ZEIDLER, D.L.; NICHOLS, B.H. Socioscientific issues: theory and practice. **Journal of Elementary Science Education**, v. 21, n. 2, p. 49-58, 2009.

Recebido: 09.06.2020

Aprovado: 21.05.2021