

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA
INSTITUTO DE QUÍMICA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

EMMANUELA GRACINA FLORIAN MARQUES

A articulação de aspectos científicos, sociais, econômicos e ambientais em uma sequência didática sobre os impactos da mineração no Brasil

SÃO PAULO

2022

EMMANUELA GRACINA FLORIAN MARQUES

A articulação de aspectos científicos, sociais, econômicos e ambientais em uma sequência didática sobre os impactos da mineração no Brasil

Dissertação apresentada à Faculdade de Educação, ao Instituto de Física, ao Instituto de Química e ao Instituto de Biociências para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Área de concentração: Ensino de Química.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Giordan
Coorientador: Prof. Dr. Guilherme da Silva Lima

São Paulo

2022

Autorizo a reprodução e a divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

**Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação do Instituto de Física da
Universidade de São Paulo**

Florian Marques, Emmanuela Gracina

A articulação de aspectos científicos, sociais, econômicos e ambientais em uma sequência didática sobre os impactos da mineração no Brasil. São Paulo, 2022.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Giordan

Área de Concentração: Ensino de Química

Unitermos: 1. Química – Estudo e ensino; 2. Problematização. 3. Barragens de rejeitos 4. Questões sociocientíficas 5. Modelo Topológico de Ensino. 6. Interações discursivas. 7. Sequências didáticas.

USP/IF/SBI-87/2022

MARQUES, Emmanuela Gracina Florian. A articulação de aspectos científicos, sociais, econômicos e ambientais em uma sequência didática sobre os impactos da mineração no Brasil.

Dissertação apresentada à Faculdade de Educação, ao Instituto de Física, ao Instituto de Química e ao Instituto de Biociências para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Aprovado em: ___/___/___

Banca examinadora

Prof(a). Dr(a): _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a): _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a): _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Agradecimentos

A Deus, ao universo e a todos os bons anjos que me protegeram e permitiram trilhar esta caminhada.

Aos meus pais, Francisca e Manuel, que dedicaram tanto do seu tempo a me apoiar, ensinar e incentivar a seguir os meus estudos. Ao meu irmão, Luan, que nunca permitiu que meus estresses fossem somente com a pós-graduação e que contribuiu de maneira significativa para as distrações necessárias à vida acadêmica. A minha família, meu muito obrigado: sem vocês nada disso seria possível.

Ao meu orientador, professor Marcelo Giordan, por me receber como aluna de mestrado em seu laboratório de pesquisa e me apresentar, com muita paciência, os caminhos que me levaram a concluir esta dissertação. Obrigada pela confiança depositada no meu trabalho, pela compreensão nos momentos difíceis, pela sensibilidade nos períodos tão conturbados e inusitados como a pandemia e por todos os ensinamentos que excedem os capítulos escritos neste texto e não alcançam os agradecimentos.

Ao meu coorientador, professor Guilherme Lima, por todo tempo dedicado ao trabalho, todas as discussões a respeito do problema de pesquisa e todo conhecimento compartilhado sobre as práticas de mineração no Brasil e o rompimento das barragens.

Às professoras Elisa Prestes e Maíra Batistoni, pelas contribuições e apontamentos apresentados no exame de qualificação.

Ao professor Samuel, que abraçou a ideia do AVA e colaborou com nosso grupo de pesquisa para elaboração das atividades. Seu empenho no desenvolvimento da SD foi primordial para a boa coleta de dados; obrigada pela paciência e por ser um exemplo de profissional. Agradeço, também, aos alunos do segundo ano do Ensino Médio, Técnico em Química, que se comprometeram com o desenvolvimento das atividades e participaram ativamente das discussões realizadas nas aulas síncronas e no AVA.

A todos os tutores que se dedicaram às atividades e interações em AVA e que proporcionaram uma boa experiência aos alunos da Etec.

À professora Elaine Pavini Cintra que desde a graduação tem me acompanhado nesse processo de formação, por todos os seus conselhos, ensinamentos e paciência, sem os quais nada disso seria possível.

Desejo, igualmente, agradecer a todos os meus colegas, membros do grupo de pesquisas do Lapeq, Adriana, Alexandre A., Alexandre O., Felipe, Guilherme, Helga, Maurício, Nicole, Renata e Ricardo, pelas trocas e ensinamentos ao longo desses anos.

Em especial quero agradecer ao Arcelino pela assistência durante a estruturação da pesquisa e pelas conversas que tanto me ensinaram sobre história, vida e política; ao Gabriel, pelas conversas descontraídas; a Diane pelos incentivos e conversas sobre a vida acadêmica; a Raquel pelos momentos de descontração e desabafo; e a Évelin, que foi minha “duplinha” de pós-graduação, uma inspiração de mulher e pesquisadora, que dividiu momentos felizes e de tensão durante esses anos, me auxiliou com referenciais, textos e atividades, me aconselhou, “puxou minha orelha” e me incentivou a nunca desistir. Obrigada, amigos.

Agradeço a todos os tios(as), primos(as) e familiares que me acompanharam e deram suporte nessa caminhada.

Às amigas da graduação Marcella, Mariana e Núria pelas conversas, momentos de descontração e apoio que tornaram essa caminhada mais fácil.

À Universidade de São Paulo e aos professores com os quais tive o prazer de trocar momentos de aprendizagem.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), pela bolsa concedida no processo n.º 2019/25115-1, e à Pró-Reitoria de Pós-Graduação da Universidade de São Paulo (PRPG/USP), pela bolsa do Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE).

A todos aqueles que contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa.

E, finalmente, a todos que de alguma forma lutam por uma educação pública de qualidade e que priorizam discussões sobre problemas reais enfrentados pela sociedade.

RESUMO

MARQUES, Emmanuela Gracina Florian. **A articulação de aspectos científicos, sociais, econômicos e ambientais em uma sequência didática sobre os impactos da mineração no Brasil.** 2023. 227 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

Nesta dissertação apresentamos um estudo multifacetado das estratégias adotadas para o desenvolvimento de uma situação-problema e os processos mobilizados para sua compreensão. Partindo dos pressupostos adotados pelos programas de pesquisa que articulam CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), questões sociocientíficas (QSC) e os estudos sócio-histórico-culturais elaboramos uma sequência didática (SD) em Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) a respeito dos problemas causados pela mineração no Brasil. Segundo os aportes teóricos adotados nesta pesquisa, a formação de cidadãos críticos, capazes de compreender e argumentar questões no âmbito da ciência, tecnologia, meio ambiente e sociedade tem sido uma das grandes preocupações do Ensino de Ciências. Paralelamente, o movimento das questões sociocientíficas apresenta como pauta o estudo de problemas sociais como estratégia para o desenvolvimento de conceitos ou práticas científicas em sala de aula. Entre os anos de 2015 e 2019 duas barragens de rejeitos de minério se romperam no estado de Minas Gerais, causando grandes impactos sociais, econômicos, políticos e ambientais. A compreensão desses eventos requer um estudo não só das relações diretas dos impactos mencionados, mas também de como eles podem ou devem ser minimizados e tratados no decorrer dos anos. Nesta pesquisa nosso objetivo é analisar, nas aulas síncronas, nas atividades e nas interações mediadas pelo AVA, a influência da problematização na dinâmica discursiva dos estudantes, do professor e dos tutores. Os resultados indicam que o problema de pesquisa, tido como objeto central da atividade de ensino e aprendizagem, permitiu a articulação de aspectos sociais, ambientais, econômicos e científicos no desenvolvimento da SD. Além disso, a partir dos dados de interações no AVA consolidamos a importância dos conhecimentos das teorias apresentadas neste estudo para a formação inicial dos professores e das potencialidades do Modelo Topológico de Ensino (MTE) para a compreensão do papel da problematização sociocientífica nas aulas de ciências.

Palavras-Chave: Barragens de rejeitos, interações discursivas, sequência didática, problematização, questões sociocientíficas, sequência didática.

ABSTRACT

MARQUES, Emmanuela Gracina Florian. **The articulation of scientific, social, economic and environmental aspects in a didactic sequence on the impacts of mining in Brazil.** 2023. 227 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

In this research, we present a multifaceted study of the strategies adopted for the development of a problematic situation and the processes mobilized for its understanding. Based on assumptions adopted by research programs that articulate STSE (Science-Technology-Society-Environment), socio-scientific issues (SSI) and socio-historical-cultural studies, we elaborated a didactic sequence (DS) in a virtual learning environment (VLE) regarding the problems caused by the impact of mining in Brazil. According to the theoretical contributions adopted by the research, the formation of critical citizens, capable of understanding and arguing issues within the scope of science, technology, environment and society has been one of the major concerns of science teaching. At the same time, the socio-scientific issues movement presents the study of social problems as a strategy for the development of scientific concepts or practices in the classroom. Between 2015 and 2019, two ore tailings dams broke in the state of Minas Gerais causing major social, psychological, political and environmental impacts. Understanding these events requires a study not only of the direct relationships of the aforementioned effects, but also of how they can or should be minimized and treated over the years. In this research, our objective is to analyze, in the synchronous classes, in the activities and in the interactions mediated by the VLE, the influence of problematization in the discursive dynamics of the students, the teacher and the tutors. The results indicate that the research problem, seen as the central object of the teaching and learning activity, provided the coordination of social, environmental, economic and scientific aspects in the development of DS. In addition, from the data of interactions in the VLE, we consolidated the importance of knowledge of the theories projected in this study for the initial training of teachers and the potential of the Topological Model of Teaching (MTE) for understanding the role of socio-scientific problematization in science classes.

Keywords: Didactic sequence, discourse interactions, problematization, socio-scientific issues, tailings dams.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A essência da educação CTS	26
Figura 2 – Representação gráfica da estrutura emergente para atividades baseadas em QSC	32
Figura 3 – Representação gráfica para estrutura de atividades baseadas em QSC	34
Figura 4 – Características essenciais de QSC e Aprendizagem Baseada em Modelos.....	36
Figura 5 – Sistema de atividades proposto por Engeström	44
Figura 6 – Elementos constituintes do MTE e a inserção do problema sociocientífico	50
Figura 7 – Diagrama de codificação do tempo total da aula e dos momentos de articulação entre os aspectos sociocientíficos	86
Figura 8 – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 2 – Módulo I....	86
Figura 9 – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 5 – Módulo II... 89	
Figura 10 – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 6 – Módulo III	92
Figura 11 – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 12 – Módulo IV	94
Figura 12 – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 13 – Módulo V	96
Figura 13 – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 15 – Módulo VI	99
Figura 14 – Percentual de ocorrência dos aspectos sociocientíficos discutidos em cada uma das aulas da SD.....	100
Figura 15 – Percentual de ocorrência dos aspectos sociocientíficos discutidos durante a SD	100
Figura 16 – Porcentagem de correlação entre os aspectos sociocientíficos durante a discussão do problema.....	102
Figura 17 – Elementos constituintes do MTE e a inserção do problema sociocientífico no contexto desta pesquisa.....	118
Figura 18 – Sistema de atividades de ensino e aprendizagem	119
Figura 19 – Cópia de tela das respostas e comentários no AVA	121

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Desenho metodológico da pesquisa.....	59
Quadro 2 – Estrutura geral do Ambiente Virtual de Aprendizagem “Impactos da Mineração no Brasil”.....	62
Quadro 3 – Elementos para seleção dos sujeitos.....	73
Quadro 4 – Elementos de caracterização do perfil dos estudantes.....	74
Quadro 5 – Número de aulas e datas de desenvolvimento para cada um dos módulos	81
Quadro 6 – Legenda para as categorias dos aspectos sociocientíficos analisados	82
Quadro 7 – Aspectos sociocientíficos destacados em cores e sublinhado. Interação do Módulo I.....	83
Quadro 8 – Legenda para os aspectos sociocientíficos destacados no Quadro 7	84
Quadro 9 – Aspectos sociocientíficos destacados na Aula 5.....	87
Quadro 10 – Legenda para os aspectos sociocientíficos destacados no Quadro 9	88
Quadro 11 – Aspectos sociocientíficos destacados na Aula 6.....	90
Quadro 12 – Legenda para os aspectos sociocientíficos destacados no Quadro 11	91
Quadro 13 – Aspectos sociocientíficos destacados na Aula 12.....	93
Quadro 14 – Legenda para os aspectos sociocientíficos destacados no Quadro 13	93
Quadro 15 – Aspectos sociocientíficos destacados na Aula 13.....	95
Quadro 16 – Legenda para os aspectos sociocientíficos destacados no Quadro 15	95
Quadro 17 – Aspectos sociocientíficos destacados na Aula 13.....	97
Quadro 18 – Legenda para os aspectos sociocientíficos destacados no Quadro 17	98
Quadro 19 – Seleção dos grupos para análise dos dados do relatório final.....	104
Quadro 20 – Resumo dos esboços elaborados para o trabalho final	105
Quadro 21 – Resumo das orientações dos tutores para elaboração do trabalho final	106
Quadro 22 – Resumo dos trabalhos finais	107
Quadro 23 – Resumo dos vídeos produzidos pelos estudantes	109
Quadro 24 – Perfil dos sujeitos selecionados para análise das interações alunos-tutora	120
Quadro 25 – Interação Estela e Sandra – questão 2 do Módulo III.....	123
Quadro 26 – Interação Laura e Sandra – questão 2 do Módulo III	126
Quadro 27 – Interação Laura e Sandra – questão 2 do Módulo IV	128
Quadro 28 – Interação Cida e Sandra – questão 1 do Módulo V	132
Quadro 29 – Trechos de fala retirados da entrevista da tutora Sandra	137
Quadro 30 – Trechos de fala retirados da entrevista com a tutora Sandra	138

Quadro 31 – Comentário retirado do diário de bordo da tutora Sandra I	139
Quadro 32 – Comentários retirados do diário de bordo da tutora Sandra II	139
Quadro 33 – Trechos de fala retirados da entrevista com a tutora Sandra I	141
Quadro 34 – Trechos de fala retirados da entrevista com a tutora Sandra II	142

SUMÁRIO

Introdução	17
Capítulo 1 – Questões sociocientíficas como fundamento para o Ensino de Ciências	21
1.1. Movimentos curriculares como espaços de tensão na educação e Ensino de Ciências	22
1.2. Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)	24
1.3. Compreendendo as questões sociocientíficas (QSC).....	28
1.4. Modelos para o desenvolvimento de QSC em sala de aula	30
Capítulo 2 – Problematização sociocientífica sob a perspectiva sócio-histórico-cultural	39
2.1. Estudos sócio-histórico-culturais	39
2.1.1 O problema em Vigotski.....	41
2.1.2. O problema em Leontiev	42
2.1.3. O problema em Engeström	43
2.2. O problema sociocientífico e o planejamento do ensino.....	46
2.2.1. Modelo Topológico de Ensino como orientador de práticas educativas	47
2.3. Barragens de rejeitos de minério como proposta para o desenvolvimento dos conceitos em uma perspectiva sociocientífica	53
2.3.1. Estudo das barragens como temática sociocientífica	53
2.3.2. Mariana e Brumadinho: um estudo de casos	54
Capítulo 3 – Apresentação do cenário de pesquisa e dos recursos metodológicos	57
3.1. Cenário de pesquisa.....	58
3.1.1. Primeira fase: organização do projeto.....	59
3.1.2. Segunda Fase: construção do Ambiente Virtual de Aprendizagem	61
3.1.3. Terceira Fase: formação dos tutores.....	65
3.1.4. Quarta Fase: execução da sequência didática.....	67
3.1.5. Quinta Fase: avaliação da execução sequência didática.....	69
3.2. Procedimentos metodológicos para coleta de dados	70

3.3. Caracterização dos sujeitos e do campo de pesquisa.....	73
3.3.1. Caracterização dos alunos.....	74
3.4. Plano de coleta, gestão e análise de dados.....	77
Capítulo 4 – Levantamento de dados e análises parciais do desenvolvimento da pesquisa	80
4.1. Aspectos sociocientíficos articulados ao longo das aulas	80
4.2. Elaboração do relatório final	103
4.3. Entrevistas	110
4.3.1. Experiências com a docência e questões sociocientíficas.....	111
4.3.2. Atuação no Ambiente Virtual de Aprendizagem e interações <i>on-line</i>	112
4.3.3. Perguntas contextualizadas e desenvolvimento da problematização	113
Capítulo 5 – O problema sociocientífico como elemento central da atividade de tutoria	116
5.1. Reapresentação do problema de pesquisa e as categorias de análise	117
5.2. Contextualização do problema nas interações mediadas pelo Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA)	120
5.3. Compreensão e abordagem do problema.....	136
6. Considerações finais.....	144
7. Referências.....	150
Apêndice A – Ambiente Virtual de Aprendizagem.....	156
Apêndice B – Questionário de caracterização sociocultural dos estudantes	157
Apêndice C – Roteiro de entrevista semiestruturada (Docente).....	161
Apêndice D – Termo de Consentimento e Assentimento Livre e Esclarecido para pais e/ou responsáveis e estudantes	163
Apêndice E – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para tutores e professor .	164
Apêndice F – Orientações para elaboração do relatório final	165
Apêndice G – Resumo da participação dos estudantes na pesquisa.....	173
Apêndice H – Transcrição da entrevista com a tutora Sandra.....	175

Apêndice I – Transcrição da entrevista com o tutor Gustavo	191
Apêndice J – Roteiro de entrevista com a tutora Sandra	207
Apêndice K – Roteiro de entrevista com o tutor Gustavo	209
Apêndice L – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 1 – Módulo I.....	211
Apêndice M – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 7 – Módulo III.....	212
Apêndice N – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 8 – Módulo III.....	213
Apêndice O – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 9 – Módulo IV	214
Apêndice P – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 10 – Módulo IV.....	215
Apêndice Q – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 11 – Módulo V	216
Apêndice R – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 16 – Módulo VI.....	217

APRESENTAÇÃO

Estar na pós-graduação é um desafio. Buscar referenciais, estabelecer metodologias, determinar padrões de análise para diferentes dados e articular, por meio de um texto, os resultados encontrados com os modelos teóricos adotados são atividades que exigem tempo, dedicação e um esforço que vai além do que é possível imaginar ou descrever. Some-se a isso a ocorrência de uma pandemia, e a realidade fica ainda mais desafiadora.

No entanto não seria certo resumir esta trajetória somente aos momentos desafiadores da pós-graduação. O percurso trilhado até aqui não se inicia em 2019, ano do meu ingresso no Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, mas em 2015, quando ingressei como aluna de graduação no Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de São Paulo, Campus São Paulo.

Durante o tempo em que fui aluna do IFSP participei de diversos projetos e programas institucionais que tinham como objetivo o aperfeiçoamento da carreira docente e o ingresso no universo da Pesquisa em Ensino de Ciências. Fui bolsista durante um ano do Programa Institucional de Iniciação à Docência (Pibid) e, também como bolsista, realizei duas iniciações científicas nos anos posteriores. Nesse período desenvolvi, com orientadores, professores e colegas, projetos que envolviam o estudo de diferentes aspectos do Ensino de Ciências. Nesse meio tempo participei de congressos, seminários e encontros com professores e pesquisadores do Ensino de Ciências. Em 2017 fui ao meu primeiro congresso internacional, o *Enseñanza de las Ciencias*, no qual apresentei um trabalho, conheci pessoas de diferentes partes do mundo com trabalhos completamente diferentes de tudo que eu já tinha visto, descobri que a pesquisa em Ensino de Ciências era muito mais do que só a educação brasileira e, nesse sentido, percebi que só a iniciação científica não ia me permitir estudar nem um terço do que eu poderia. Em 2018 participei e apresentei um trabalho no *International Test Commission (ITC)*, congresso realizado em Montreal sobre testes e avaliações em larga escala.

Quanto mais eu adentrava o mundo da pesquisa em Ensino de Ciências, educação e avaliação mais eu sentia vontade de estudar e conhecer o que estava sendo desenvolvido no Brasil e no mundo. Sempre tive a consciência de que estudar a educação no Brasil não seria tarefa fácil, vez que são inúmeros os fatores que estão associados ao mau desempenho de grande parte dos alunos brasileiros, não só em avaliações internacionais ou nacionais, mas também em todo desenvolvimento escolar. Contudo o fato de saber que existem profissionais que estudam esses temas e trabalham para mudar esse cenário me fazia querer participar desse grupo, e, assim, escolher pesquisar na área da educação me colocaria mais próxima dos meus objetivos.

Foi então que comecei a procurar cursos de pós-graduação que desenvolvessem pesquisas na área de Ensino de Ciências. Nos congressos que participei notei que os alunos do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo estavam sempre presentes e na maioria das vezes eram orientados por referenciais teóricos que foram utilizados durante toda minha graduação. Ciente de que não seria uma tarefa fácil, prestei a prova sem muita esperança, mas quando obtive um resultado positivo meu único objetivo passou a ser encontrar um orientador que trabalhasse com linhas de pesquisa com as quais eu me identificasse.

Conheci o professor Marcelo e seu grupo de pesquisa após a defesa do meu Trabalho de Conclusão de Curso, de cuja banca ele participou. Fazer parte do Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas (Lapeq) ampliou meus horizontes, me aproximou de temas como os da mineração no Brasil e o rompimento das barragens e, principalmente, me possibilitou realizar uma pesquisa em tempos de pandemia e distanciamento social com segurança e suporte prático, técnico e teórico.

O trabalho que será aqui apresentado não é o todo, mas uma parte de tudo que foi desenvolvido até este momento. Muito da minha trajetória está implícita na forma como a pesquisa foi realizada, mas, mais do que isso, este trabalho apresenta, de muitas formas possíveis, todo o aprendizado colhido até este momento e o que ainda pode ser desenvolvido.

Introdução

Historicamente o Ensino de Ciências tem sofrido diversas modificações que acompanham os desenvolvimentos sociais e tecnológicos e que procuram atender aos objetivos e necessidades de cada época. Até meados dos anos de 1960 tinha-se um ensino voltado para a aquisição de conceitos, sem a necessidade de se estabelecer uma relação com aspectos sociais. Somente nos anos de 1970, com o avanço tecnológico e os problemas associados a eles, é que surge a primeira corrente que propõe atrelar os conteúdos científicos aos aspectos sociais e tecnológicos presentes na sociedade, corrente essa conhecida como Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) (SANTOS, 2006; SANTOS, 2007; MARTÍNEZ PÉREZ, 2012; PEDRETTI; NAZIR, 2011).

A integração desses elementos às discussões estabelecidas em sala de aula permite a criação de uma atmosfera que vai além do estudo de questões práticas da ciência e tecnologia e possibilita um olhar sobre a natureza da ciência, os problemas que envolvem o avanço tecnológico e a forma como a sociedade responde a todo esse processo.

Atualmente um dos objetivos mais relevantes do Ensino de Ciências é desenvolver a educação para a cidadania, ou seja, promover uma formação que permita ao sujeito atuar criticamente diante de questões engendradas pelas relações de produção e trabalho. O cidadão também deve reconhecer como a ciência influencia questões sociais e políticas e como é influenciada por elas de modo que perceba seu papel como agente transformador e influente na sociedade (MARTÍNEZ PÉREZ, 2012; SANTOS, 2006).

Nesse sentido, o Ensino de Ciências deve permitir um olhar multidimensional para os fenômenos que são investigados, ou seja, além dos dados factuais, questões históricas, tecnológicas, sociais e ambientais devem ser levadas em conta quando se trabalha com assuntos dessa natureza. Em vista disso, abordagens conteudista, que privilegiam aspectos conceituais em detrimento dos demais conhecimentos, devem ser superadas para dar espaço a metodologias mais coerentes com a atual finalidade do Ensino de Ciências.

Uma corrente de ensino que tem se mostrado promissora para a abordagem de conceitos científicos envolvendo aspectos sociais *lato senso* tem as questões sociocientíficas (QSC) como temática para o desenvolvimento de conteúdos específicos. Essa abordagem permite a aprendizagem não só de conhecimentos científicos, mas também de habilidades, valores e atitudes intrínsecos às questões que tematizam e problematizam o ensino (CONRADO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2017; CONRADO *et al.*, 2016).

A articulação de QSC no Ensino de Ciências possibilita que o docente estabeleça relações entre os avanços científicos e tecnológicos e os aspectos sociais a eles atrelados e, além disso, permite o desenvolvimento tanto de conhecimentos relacionados à natureza da ciência e à tecnologia, quanto da tomada de decisão e do pensamento crítico em relação a problemas reais do cotidiano dos alunos e das práticas sociais (MARTÍNEZ PÉREZ, 2012).

Assim, valer-se de questões relacionadas aos impactos causados pela mineração no Brasil pode ser uma estratégia eficaz para o desenvolvimento de conteúdos científicos, uma vez que sua abordagem permite articular conhecimentos científicos a aspectos sociais, ambientais e econômicos vinculados às consequências dessa atividade no Brasil e em outros países.

Os impactos causados pela atividade de mineração e os desastres decorrentes do rompimento de barragens já foram discutidos em diversos artigos (HELLER, 2019; FREITAS; SILVA; MENEZES, 2016) e materiais para formação de professores produzidos por sociedades científicas a exemplo do Caderno Temático da Revista Química Nova na Escola intitulado “Recursos Minerais, água e meio ambiente” (DUARTE; ROSSI; GIORDAN, 2014), cujos artigos apresentam diversos aspectos químicos, físicos e biológicos relacionados às atividades de mineração, bem como estratégias que podem ser utilizadas para mitigação dos impactos e para proteção do ambiente.

Consideramos que os conhecimentos específicos da Química contribuem de maneira efetiva para o estudo dos aspectos associados à mineração e às barragens. Por esse motivo é fundamental que o professor aborde os conceitos de modo que os estudantes compreendam a importância do conhecimento científico para a tomada de decisão e preservação do ambiente.

Dois casos recentes envolvendo o rompimento de barragens de rejeitos de mineração serão destaques neste estudo. Em novembro de 2015 a barragem de Fundão, em Mariana-MG, da mineradora Samarco e BHP Billiton, se rompeu, liberando aproximadamente 56 milhões de metros cúbicos (m^3) de lama e rejeitos de mineração, resultando em intensa destruição para a população e o ambiente. Em janeiro de 2019 rompeu-se a barragem de rejeitos da Mina Córrego do Feijão, construída e gerenciada pela Vale S.A., em Brumadinho-MG, liberando aproximadamente 13 milhões de metros cúbicos (m^3) de lama e rejeitos no meio ambiente, e deixando, até o momento, 264 mortos e seis desaparecidos¹.

¹ <http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-samarco/atuacao-do-mpf/linha-do-tempo>
<https://mab.org.br/tag/mariana/>
<https://mab.org.br/tag/brumadinho/>
<http://www.mpf.mp.br/mg/sala-de-imprensa/docs/denuncia-samarco>
<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2021/12/29/brumadinho-mais-uma-vitima-da-tragedia-da-vale-e-identificada-agora-sao-seis-desaparecidos.ghtml>

Crimes como esses podem ser consequência de diversos fatores, que vão desde a imprudência das mineradoras, no que diz respeito ao monitoramento das barragens, até a falta de fiscalização dos órgãos públicos. No Brasil o órgão que acompanha e regulamenta esse modelo de barragem é a Agência Nacional de Mineração (ANM) que, com base em seus critérios de classificação, classificou ambas as barragens como de baixo risco, ou seja, com probabilidade mínima de ocorrência de rompimentos. Com base nesse cenário, entendemos que esses dois casos são suficientes para inferirmos a inadequação dos critérios de avaliação de risco ao ambiente e à população relacionados às barragens, e o quanto não são confiáveis as estruturas para contenção de rejeitos.

Há diversos impactos ambientais, sociais, econômicos e políticos associados a esses crimes, além das consequências que eles podem gerar a longo prazo: os impactos ambientais, considerando que uma enorme quantidade de lama e rejeitos foi despejada no solo e em águas de rios e lagos, contaminando toda a flora e a fauna da região; os impactos sociais, com destaque para dois grupos, o primeiro relacionado às perdas materiais e de valor afetivo, como casas, móveis, fotos e outros, e o segundo relativo à saúde da população, levando em conta que muitas pessoas morreram soterradas pela lama e que as que sobreviveram e que moram próximas à região estão suscetíveis a doenças emocionais e físicas; os danos econômicos para o comércio local, para os produtores da região e até mesmo para os órgãos públicos que são responsáveis por toda uma comunidade afetada pelo desastre (FREITAS *et al.*, 2019).

Crimes como esses mostram a ineficiência das políticas de monitoramento e controle das barragens, e acarretam uma grande mobilização no sentido de minimizar e reverter os danos causados por eles. O decorrer dos processos evidencia ainda como a busca pelo lucro coloca em risco toda a população, a fauna e a flora das regiões próximas a esses empreendimentos (FREITAS *et al.*, 2019).

A presente investigação foi desenvolvida no contexto de pesquisas já aprofundadas pelo Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas (Lapeq), na Universidade de São Paulo (USP). A temática abordada tem como referência diversas pesquisas que articulam o desenvolvimento de sequências didáticas (SD) a partir de um problema sociocientífico, por meio das quais se investigam a interação discursiva, a transição entre modos comunicacionais, a contextualização e a construção do problema, os propósitos de ensino etc. (LIMA, 2016; TARGINO, 2017; SGARBOSA, 2018; BEGO; ALVES; GIORDAN, 2019; GOMES, 2020; MACENO, 2020). Nossa proposta é considerar, de maneira mais ampla e em articulação com outros projetos do grupo, como os atuais eventos ligados à mineração no Brasil podem ser abordados em uma aula de Química, relacionando os conceitos específicos da

disciplina aos aspectos sociais, econômicos e ambientais decorrentes desses eventos. Especificamente, almejamos investigar como ocorrem as transições entre esses aspectos nos discursos do professor e em sua interação com os alunos, estabelecendo um vínculo entre os processos discursivos e a construção e a resolução de problemas.

Capítulo 1 – Questões sociocientíficas como fundamento para o Ensino de Ciências

A formação de cidadãos críticos, capazes de compreender e utilizar conhecimentos teóricos em sua prática social tem sido umas das maiores preocupações do Ensino de Ciências. Uma educação para a cidadania que desenvolva não só aspectos conceituais e procedimentais dos conteúdos, mas também habilidades, valores morais e éticos, pode contribuir para a quebra de paradigmas e transformações na sociedade.

No entanto nem sempre foi assim. Por muitos anos acreditou-se (e ainda há quem acredite) que o ensino escolar deveria ser direcionado única e exclusivamente para a aquisição de conteúdos, que os alunos deveriam estudar para alcançar bom desempenho em exames escolares e nos de ingresso no Ensino Superior, para se formar e sair da escola, muitas vezes sem ter discutido nada de relevante a respeito de problemas relacionados ao conhecimento científico-tecnológico e suas responsabilidades sociais. Nesse sentido, desde a década de 1970 muitas correntes surgiram com o intuito de seguir a contramão dessas concepções e trazer para sala de aula discussões acerca da ciência e de sua influência na tecnologia, na sociedade e no ambiente.

Neste capítulo nosso objetivo é apresentar uma noção a respeito das questões sociocientíficas (QSC), elucidar de que forma os movimentos curriculares têm contribuído para o desenvolvimento de discussões a respeito do Ensino de Ciências e de suas prioridades, evidenciar de que forma ocorre o desenvolvimento das QSC a partir das mudanças históricas do movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e de que maneira essas propostas contribuem para um desenvolvimento contextualizado de conteúdos específicos da ciência na sala de aula.

Para iniciar o capítulo trazemos um recorte de algumas concepções de currículo, apresentando autores de base teórica marxista e discutindo como suas concepções auxiliam no que entendemos e observamos no âmbito do Ensino de Ciências. Na segunda seção abordamos as concepções históricas a respeito do surgimento e desenvolvimento da corrente CTSA, como ela vem influenciando proposições didáticas e o que motivou a inserção das questões sociocientíficas. A terceira seção apresenta os processos pedagógicos que levaram à utilização das questões sociocientíficas como estratégia para o desenvolvimento de atividades em sala de aula e sua importância para reflexão acerca dos aspectos morais, éticos e de valor relacionados aos assuntos abordados. Na quarta seção apresentamos alguns dos principais modelos que

norteiam a pesquisa com questões sociocientíficas em sala de aula, como eles evoluíram no decorrer do tempo e como as atividades podem ser desenvolvidas levando em consideração os elementos apresentados nesses modelos. Esclarecemos que esses modelos, apresentados em ordem cronológica, serviram de base não só para definirmos nossos referenciais teóricos como também para consolidarmos o Modelo Topológico de Ensino (MTE) como referencial principal para a elaboração das atividades desenvolvidas nesta pesquisa.

1.1. Movimentos curriculares como espaços de tensão na educação e Ensino de Ciências

A definição de currículo, em geral, não é clara nem fácil de ser estabelecida. No que diz respeito aos guias curriculares propostos pelas unidades de ensino, currículo é entendido como um conjunto de conteúdos, matérias, atividades, planos de ensino etc. que organizam as experiências e as situações de aprendizagem com o objetivo de cumprir determinados processos educativos. No entanto Lopes e Macedo (2011) criticam essa definição, argumentando que há uma série de outros fatores que influenciam os sentidos atribuídos ao termo, levando em consideração as parcialidades de quem o define e o contexto histórico no qual está inserido.

As autoras apresentam uma série de referenciais a respeito das teorias de currículos que foram consolidadas ao longo dos anos, dentre os quais destacamos nomes como Michael Young, Michael Apple e Henry Giroux, autores de base teórica marxista que abordam temas centrais e de interesse aos nossos estudos como a relação entre conhecimento e poder, a política e a perspectiva crítica (LOPES; MACEDO, 2011).

Michael Young é conhecido pelo livro *Conhecimento e Controle*, publicado em 1971 na Inglaterra, no qual preconiza o que vem a ser conhecido como Nova Sociologia da Educação (NSE). Young reconhece que somente a partir das relações sociais entre os sujeitos é que o conhecimento pode ser constituído, no entanto, Lopes e Macedo (2011) argumentam que ele não traz em sua obra uma análise crítica das relações que são consideradas quando se pensa na estruturação de currículos e, por esse motivo, aspectos e saberes relacionados às classes sociais dos indivíduos menos favorecidos acabam por ser negligenciados ou, de forma mais radical, não considerados na estruturação dos planos didáticos. Nessa perspectiva a elaboração curricular é entendida como um processo social no qual determinados conhecimentos e aspectos culturais são privilegiados em detrimentos de outros.

O texto *Ideologia e Currículo*, publicado por Michael Apple em 1979, ganhou destaque no Brasil na década de 1980, após o período de ditadura militar. Para o autor valia a máxima

do marxismo, ou seja, a correspondência entre dominação econômica e cultural. Além disso, em seu texto ele também retoma os conceitos de hegemonia (conjunto de sentidos que são vividos pelos sujeitos de uma mesma comunidade como uma espécie de senso comum) e ideologia (falsa consciência, que faz com que os sujeitos enxerguem o mundo sob a ótica de determinadas classes, quase sempre as classes dominantes) para entender o papel da educação na reprodução das desigualdades sociais (LOPES; MACEDO, 2011).

Apple é um dos curriculistas estadunidenses mais fortemente associado à reconceptualização, corrente que procura estabelecer uma relação entre o trabalho intelectual e o político questionando a ordem social estabelecida pelas classes dominantes e apontando que os conhecimentos escolares e seus princípios de seleção, organização e avaliação são determinados segundo valores e ideologias sociais e econômicas, motivo pelo qual devem ser problematizados. Para esse autor, o currículo é um produto dinâmico, consequência de lutas entre grupos dominantes e dominados, fruto de acordos, conflitos, concessões e alianças. Esses conflitos levam em conta não só as classes sociais, mas também questões identitárias como raça e gênero (APPLE, 1982; *apud* LOPES; MACEDO, 2011).

Também no sentido de uma teorização crítica de currículo e fortemente influenciado pelos teóricos da Escola de Frankfurt Henry Giroux defende uma pedagogia contra-hegemônica capaz de levar o sujeito a se emancipar através de uma racionalidade e a estabelecer uma ligação direta entre o pensamento e a ação que está associada tanto à liberdade individual quanto à social/coletiva. O autor considera que é preciso reconhecer a mediação ideológica nos espaços escolares capaz de gerar conflitos e contradições (LOPES; MACEDO, 2011).

Para Giroux é na escola que os alunos devem aprender a vida democrática e os conhecimentos necessários ao seu fortalecimento, mas é onde também se desenvolve a luta política, uma vez que em sua concepção a escola pode bloquear as dimensões materiais e ideológicas da democracia. Ou seja, ele considera que a democracia não se restringe à luta pedagógica, mas que também é uma luta política e social da qual a escola faz parte (LOPES; MACEDO, 2011).

A perspectiva crítica de currículo defendida por esses autores problematiza o que se entende por conhecimento e, nessa mesma linha, possibilita que seja questionado o que tem sido considerado conhecimento escolar. É por meio das discussões levantadas a partir dessa perspectiva que o conhecimento deixa de ser considerado neutro. A compreensão do porquê, por quem e a favor do que esses conhecimentos são privilegiados possibilita transcender as discussões de currículo para além da formação dos estudantes, entendendo também que o próprio conhecimento a ser desenvolvido na maior parte das vezes tem privilegiado grupos

específicos de determinadas classes sociais (LOPES; MACEDO, 2011; REZENDE; OSTERMANN, 2020).

Na contramão das teorias curriculares tradicionais as teorias críticas da educação questionam os pressupostos das organizações sociais e educacionais existentes e visam à emancipação dos sujeitos no que diz respeito às condições colocadas pelas relações de produção e trabalho. A partir de uma postura crítica a própria noção de conhecimento a ser ensinado assume outros contornos, levando em consideração os contextos nos quais os estudantes estão inseridos, as disputas políticas da época e as discussões ambientais, econômicas e sociais, uma vez que os conflitos relacionados à sua compreensão são explícitos e a própria legitimidade do conhecimento e a universalidade da ciência assumem diferentes configurações (REZENDE; OSTERMANN, 2020).

Ficou claro que o entendimento de currículo sofreu transformações no decorrer do tempo e está fortemente atrelado aos movimentos sociais de cada época. Contexto social, histórico, cultural e currículo estão cada vez mais associados, de forma que o desafio parece residir em pensar um currículo que respeite a singularidade dos sujeitos, sem que o contexto geral seja perdido. Nesse sentido, entender de que forma o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) tem se desenvolvido ao longo dos anos pode ser uma boa estratégia para compreender as questões sociocientíficas e reconhecer o papel delas, principalmente nesta pesquisa.

1.2. Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)

O conceito de CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) surgiu no final dos anos 1970 e início dos anos 1980, enquanto crescia a insatisfação dos educadores das ciências com relação ao currículo descontextualizado e era discutida a necessidade de se promover uma educação crítica. Gallagher (1971) aponta que desde a década de 1960 muitas tentativas foram realizadas com o intuito de reformular o Ensino de Ciências. No entanto, segundo o autor, elas se concentraram muito mais nos conceitos científicos do que na compreensão do caráter dinâmico do fazer ciência, o que conseqüentemente fazia com que ensino continuasse preso às correntes do tecnicismo. Foi nesse sentido que o autor defendeu um modelo mais amplo de ensino, ou seja, que relacionasse aspectos conceituais e processuais da ciência com dimensões sociais e tecnológicas.

Vaz, Fagundes e Pinheiro (2009) mostram que os anos de 1960 e 1970 foram marcados por um estopim de contradições entre as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade. Antes desse

período o conhecimento científico era visto como “salvador” ou “libertador”, e que somente seus produtos seriam capazes de “consertar” os estragos do período pós-guerra. Nessa época o pensamento positivista predominava no meio científico e na sociedade, pois se acreditava que apenas o progresso científico e tecnológico seria capaz de oferecer bem-estar social, quase como uma consequência linear de seu avanço. Somente após a década de 1960 é que os diferentes impactos sociais e ambientais, registrados como consequência dos avanços científicos e tecnológicos (acidentes e armamentos nucleares, agrotóxicos, resíduos contaminados etc.), começaram a colocar à prova e a fazer com que fosse discutido o verdadeiro valor da ciência para a sociedade (VAZ; FAGUNDES; PINHEIRO, 2009; PINHEIRO, 2005; PALACIOS; OTERO; GARCÍA, 1996).

Uma obra considerada seminal no debate das consequências do emprego de pesticidas e fertilizantes sintéticos para o ambiente e que influenciou o pensamento nas décadas de 1960 e 1970 foi *Primavera Silenciosa* (CARSON, 1962). Em particular no que diz respeito à indústria química e ao conhecimento produzido no âmbito dessa ciência, o livro denúncia de Carson serviu para instaurar um debate crítico em relação aos resultados da revolução verde e suas consequências para a saúde das pessoas, dos animais e do planeta em geral.

O agravamento dos problemas sociais e ambientais ocasionados pelo avanço científico e tecnológico não ficou concentrado em um só país ou continente, motivo pelo qual não é possível definir de forma exata sua origem nem os caminhos e proporções que o movimento CTS tomou. Dessa forma, pesquisadores de várias partes do mundo desenvolveram projetos com temáticas que propunham reformular tanto a maneira como se ensinava ciências na escola quanto o *status quo* da educação científica (AIKENHEAD, 2003; AIKENHEAD, 2005; PEDRETTI; NAZIR, 2011; DAGNINO, 2008; LÓPEZ, 2005; SANTOS; MORTIMER, 2002; MARTÍNEZ PÉREZ, 2012).

Em países ibero-americanos o movimento CTS está fortemente relacionado às orientações da Política Científica e Tecnológica (PCT) e aos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (ECTS).

Dentre os diversos países da América Latina, Brasil e Argentina foram os que mais se destacaram nas análises contextuais sobre C&T. Desde os anos 1970 no Brasil já se discutiam planos de desenvolvimento científico e tecnológico e questões relacionadas aos princípios dos ECTS, como a necessidade de aumentar a participação da sociedade nas decisões da PCT, a diminuição da concentração espacial das atividades de pesquisa, a orientação de pesquisas para as necessidades sociais coletivas e individuais, a agregação de valor aos produtos nacionais e a exploração de fontes de energia não renováveis. Especificamente no caso do Brasil, na ditadura

militar, foi instaurado o projeto intitulado “Brasil Grande Potência” que tinha como objetivo desenvolver a autonomia tecnológica do país e, por esse motivo, incentivou grandes investimentos e apoios à pesquisa científica, principalmente nas áreas das ciências duras (DAGNINO, 2008).

Ao mesmo tempo em que se tentava construir uma cultura CTS própria, os países ibero-americanos analisavam de forma bastante crítica os estudos CTS já realizados no continente europeu e nos EUA. Brasil e Argentina foram os primeiros, se não os únicos países a, desde 1970, tecerem críticas aos modelos vigentes no campo dos estudos de CTS. Nesse sentido, o “pensamento CTS” aqui constituído seria uma consequência das reflexões de diversos autores, o que levou a um amplo período de difusão do Pensamento Latino Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (Placts) e de seu arcabouço teórico, influenciando analistas de PCT, comunidades de pesquisa e elites tecnocratas progressistas (DAGNINO, 2008).

Um modelo de currículo bastante difundido ao longo das últimas décadas e que está estruturado com base nos pressupostos gerais da educação CTS foi apresentado por Aikenhead (1994a) e adaptado conforme a Figura 1. A essência desse modelo coloca o aluno como centro das atividades escolares: nele o estudante deve compreender os preceitos das ciências e entender como eles se relacionam com o ambiente social no qual ele está inserido, com o ambiente natural e com o ambiente artificialmente construído.

Figura 1 – A essência da educação CTS



Fonte: Autora, adaptado de Aikenhead (1994a, p. 48).

Ao defender esse modelo, o autor sugere que a compreensão dos três elementos presentes no vértice do triângulo deve ser um dos objetivos do Ensino de Ciências. Na figura as setas sólidas evidenciam a importância do entendimento individual e coletivo da ciência, do ambiente e da sociedade. A interferência e/ou influência da ciência nas demais esferas é

representada pelas setas tracejadas, que mostram como a ciência-tecnologia-sociedade se influenciam mutuamente e de forma simultânea (AIKENHEAD, 1994a).

A questão ambiental, nesse cenário, vai além do que entendemos como “meio ambiente”, vez que nessa visão ampliada são considerados o ambiente natural, o social e o artificialmente construído, representados, respectivamente, pela ciência, pela sociedade e pela tecnologia. Curiosamente, para Aikenhead o estudante aparece no singular, isolado de seus pares e envolto por uma complexidade ambiental constituída por formações coletivas. Nesse sentido cabe uma crítica ao modelo, uma vez que as relações estabelecidas em sala de aula não são individuais, pois além do professor existem outros alunos que interagem e discutem durante as atividades, interferindo e influenciando na elaboração dos conhecimentos.

De acordo com Pedretti e Nazir (2011) a relação da corrente CTS com o ambiente surgiu em meados dos anos 1970, dez anos após os primeiros estudos com CTS. Os autores que defendem a integração da letra A na corrente CTS (ou E na educação STS) alegam que é necessário enfatizar questões ambientais intrínsecas às relações sociais e tecnológicas das ciências (AIKENHEAD, 2000; ZOLLER, 1991; PEDRETTI; NAZIR, 2011; DAGNINO, 2008; LÓPEZ, 2005; MARTÍNEZ VIDAL; MARÍ, 2002; MARTÍNEZ PÉREZ, 2012). A integração desse novo elemento reforçou a ideia de que o CTSA deveria estar presente em currículos e atividades de ensino, contribuindo para uma formação crítica a seu respeito.

Uma educação baseada nesses pressupostos tende a promover o desenvolvimento de habilidades relacionadas à capacidade dos estudantes de aplicar o aprendizado da sala de aula a novos contextos ou situações que extrapolam o contexto escolar imediato (CHOWDHURY, 2016; SANTOS; MORTIMER, 2002). Interdisciplinaridade, estudo de problemas, o papel da ciência na transformação social, sua relação com a cultura e discussões para a promoção do senso crítico são algumas das pautas que circulam e contribuem para a ascensão dessa corrente (AIKENHEAD, 2005).

A essência do discurso da educação CTS/CTSA encoraja os estudantes a se tornarem investigadores críticos e a dialogarem com seus professores. Essas correntes buscam integrar conhecimentos relacionados com as ciências naturais e sociais de forma a construir um pensamento crítico em relação aos impactos da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente (e vice-versa).

Pedretti e Nazir (2011), em sua revisão bibliográfica a respeito das práticas e pesquisas na área da educação CTSA, identificaram seis correntes principais que descrevem a maneira como as pesquisas têm seguido os preceitos estabelecidos por essa educação. Dentre as correntes listadas pelas autoras estão a *Aplicação/Design*, a *História das Ciências*, o *Raciocínio*

Lógico, a Centrada nos Valores, a Sociocultural e a Justiça Ecosocial. Segundo as autoras, somente as quatro últimas tratam de valores e questões morais e éticas vinculadas ao desenvolvimento do conhecimento científico, que são tão importantes para a formação do aluno.

A corrente de Raciocínio Lógico envolve a compreensão de problemas científicos por múltiplas perspectivas e tem como objetivo desenvolver habilidades de tomada de decisão e pensamento crítico. A corrente Centrada nos Valores tem como objetivo a formação cidadã dos alunos, estimulando o seu desenvolvimento moral, emocional e cognitivo (PEDRETTI; NAZIR, 2011).

A corrente Sociocultural chama a atenção para uma ciência socialmente construída, buscando enfatizar a importância da cultura para o modo como o conhecimento é estabelecido. Por último, a corrente Justiça Ecosocial destaca como fatores políticos e econômicos podem influenciar a educação científica (PEDRETTI; NAZIR, 2011).

Ainda não existe um consenso sobre a forma “correta” do desenvolvimento de atividades baseadas nas relações CTSA, e talvez esse não seja o problema, mas o que alguns autores relatam é a falta de uma estrutura clara de currículo ou mesmo orientações para a implementação desse modelo no ensino. O que há são discursos, abordagens, programas e métodos pedagógicos amplamente distintos, o que não contribui para o estabelecimento concreto dessa corrente no Ensino de Ciências (PEDRETTI; NAZIR, 2011).

Também falta um direcionamento sociocientífico e sócio-histórico-cultural, essencial para formação crítica, moral e ética do estudante. É nesse cenário que surge o movimento das questões sociocientíficas (QSC) como uma extensão da corrente CTSA. A proposta dessa corrente é atrelar os conteúdos científicos aos aspectos sociais de modo a promover um ensino integrado, possibilitando que o aluno extrapole seus conhecimentos para fora do contexto escolar e desenvolva aspectos éticos e morais a respeito do tema estudado (ZEIDLER, 2016; CHOWDHURY, 2016).

1.3. Compreendendo as questões sociocientíficas (QSC)

Como já foi colocado, o movimento CTS, principalmente na Europa e nos EUA, e os movimentos ECTS e PCT, nos países da América Latina, foram os primeiros com a proposta de relacionar os conteúdos científicos às discussões a respeito dos avanços tecnológicos e seus impactos sociais, levando em conta as influências políticas e culturais de cada época e o seu contexto histórico. Além disso, somando o movimento CTS a aspectos ambientais, surge

também o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) que, assim como o CTS, propõe a abordagem dos conceitos científicos de modo contextualizado, apresentando como diferencial o trabalho específico com os impactos do avanço da ciência e da tecnologia no ambiente (SANTOS, 2007; AULER, 2011; DAGNINO, 2008).

Somente a partir do desenvolvimento histórico da corrente CTSA e das diferentes formas com que ela tem se colocado no Ensino de Ciências é possível observar uma tendência curricular para a abordagem das questões sociocientíficas. E vai além, uma vez que, de maneira geral, as QSC tendem a contribuir para o desenvolvimento psicológico e epistemológico dos alunos e buscam compreender como essas questões influenciam nos valores morais e éticos e na tomada de decisão a respeito de situações que ocorrem no mundo físico e social dos sujeitos. Além disso, elas promovem uma articulação entre os conceitos específicos das ciências com questões sociais, ambientais, econômicas e tecnológicas (REZENDE; OSTERMANN, 2020).

As QSC tratam de polêmicas ou questões controversas de natureza científica que podem envolver diferentes conteúdos e disciplinas, estando relacionadas com diversos setores da sociedade. Normalmente elas não apresentam conclusão ou resolução bem definida ou apresentam múltiplas soluções que demandam uma tomada de decisão baseada não só nos conhecimentos específicos de cada conteúdo, mas também em questões éticas e morais a respeito do problema que está sendo estudado. Por esse motivo, diz-se que são questões socialmente construídas, multifacetadas, e que necessitam de suportes teóricos para serem investigadas (DIONOR, 2018; CHOWDHURY, 2016).

A utilização de problemas devidamente contextualizados auxilia na apropriação dos conceitos, leis e teorias que encabeçam os estudos e práticas científicas. É fato que os debates que ocorrem no contexto no Ensino Básico não podem ser apresentados de forma totalmente lógica e que se resumam a algoritmos matemáticos. É necessário fazer com que os alunos entendam os problemas discutidos e como suas respectivas soluções se assemelham ao que eles observam em seu cotidiano.

Ainda no que diz respeito à estrutura das QSC, elas englobam problemas de ordem local, nacional ou mundial, questões atuais e de ampla divulgação pela mídia (*internet*, rádio, TV, jornais, revistas etc.), e propõem a formação de opiniões e posicionamentos ideológicos que devem levar em conta aspectos éticos e valores morais (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

As questões ou polêmicas envolvidas na abordagem de QSC demandam a formação de cidadãos críticos e com habilidades e recursos específicos para avaliar situações que envolvem a sociedade atual e se posicionar de maneira responsável em relação a elas. Desse modo, o conhecimento científico deve permear as mais diversas esferas da sociedade, de forma que

cientistas, governantes, professores, alunos e diversos outros atores sociais articulem os conhecimentos de maneira a atuarem como cidadãos críticos nas discussões de problemas sociais (MARTÍNEZ PÉREZ, 2012).

O uso de QSC no Ensino de Ciências permite uma abordagem contextualizada dos conteúdos disciplinares, que são essenciais para a resolução do problema. Além disso, as QSC promovem o desenvolvimento de valores, atitudes e habilidades por meio da abordagem de aspectos econômicos, políticos, culturais, ambientais e tecnológicos que podem ser discutidos em relação a diversas temáticas (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Metodologias que trazem questões sociocientíficas para o contexto da sala de aula reforçam o comprometimento da educação científica com as transformações sociais e promovem o desenvolvimento do pensamento crítico do aluno para avaliar e solucionar problemas socioambientais (DIONOR, 2018). Nesse sentido, um currículo organizado que articule os problemas sociocientíficos ao ensino de conteúdos específicos possibilita a formação de alunos críticos e participativos em relação a questões sociais de seu interesse. Além disso, essa perspectiva tende a se afastar de situações nas quais o professor aparece como único detentor do conhecimento e o aluno como mero receptor de informações desconectadas de sua realidade (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

No entanto, Reis e Galvão (2008) apontam algumas dificuldades atreladas ao emprego de QSC no Ensino de Ciências, dentre elas a falta de conhecimento da forma como estão articulados os aspectos sociais, econômicos e ambientais aos aspectos científicos; a insegurança em relação às discussões que podem surgir sobre o cumprimento, ou não, do currículo escolar; o distanciamento de tópicos específicos presentes em livros didáticos; e a falta de modelos que possam orientar o trabalho do professor. Por esse motivo, no tópico seguinte serão apresentados alguns modelos que vêm ganhando destaque na orientação de atividades envolvendo QSC em sala de aula e que dispõem de características relevantes e elementos indispensáveis para o direcionamento de atividades e de propostas acadêmicas dessa natureza.

1.4. Modelos para o desenvolvimento de QSC em sala de aula

O modelo de Eilks, primeiro citado nos estudos de Sadler (2011a), é considerado precursor no que se entende por modelos para instrução e desenvolvimento de estratégias de ensino com QSC. Por conta de sua estrutura ele é considerado relativamente simples e de fácil aplicação por professores ou elaboradores de currículo.

O modelo é apresentado em formato de tópicos, o que ajuda a entender os diferentes segmentos que devem ser explorados ao longo das atividades e também garante uma certa “generalidade” ao processo. Organizado em cinco etapas, o modelo propõe, em um primeiro momento, a apresentação e análise do problema que alunos e professores irão discutir, levando em conta os recursos disponíveis, as particularidades e a relevância da situação. O esclarecimento científico deve ocorrer na segunda etapa, na qual serão apresentadas as questões científicas inerentes ao problema e que delimitam sua resolução. Na terceira etapa o foco está concentrado no dilema sociocientífico e nas questões sociais ou controvérsias a ele relacionadas. O objetivo dessa etapa é que os alunos compreendam o eixo central da discussão, de forma que estejam preparados para, na quarta etapa, analisarem o problema no sentido de propor soluções ou participar de debates a respeito do tema. Por último, na quinta etapa, ocorre a atividade metarreflexiva, na qual os alunos são incentivados a refletir sobre os aspectos da ciência por trás do problema e as principais questões sociais envolvidas.

Apesar de simples, de forma geral o modelo retrata aspectos estratégicos quando pensamos em planejar e implementar atividades baseadas em QSC. No entanto, o fato de possuir uma ordem faz com que o desenvolvimento das atividades fique restrito a um cronograma específico, perdendo-se com isso a dinamicidade das propostas. Além disso, ao rotular cada uma das etapas, o modelo acaba por limitar o trabalho do professor. Ressaltamos ainda que não são encontrados na obra original mais detalhes sobre cada um dos pontos, o que fez com que outros autores considerassem o modelo, de certa forma, restritivo. Vale lembrar, no entanto, que Eilks não apresentou o modelo no sentido de torná-lo guia de todas as práticas e, até por esse motivo, é compreensível que apresente limitações.

Diante dessas limitações e da necessidade da criação de um modelo para fundamentar os trabalhos com QSC, Sadler (2011a) propôs um sistema que inclui os principais elementos de ensino e aprendizagem bem-sucedidos com QSC, qualificado para direcionar essa prática em diferentes contextos. Para isso, utilizou como referenciais os modelos de Tal *et al.* (2011) e de Eastwood, Sadler e Jiménez-Aleixandre (2011), criando categorias que compartilham elementos em comum, coerentes com a proposta. A estrutura final, apresentada na Figura 2, é uma organização dos quatro elementos que, naquele momento, pareciam essenciais para o autor, a saber: elementos de *design*, experiências de aprendizado, ambiente de sala de aula e atributos do professor.

Diferentemente do modelo anterior, nessa nova proposta os elementos não aparecem em ordem cronológica, no entanto, o fato de o modelo ser categorizado de forma circular indica

que existem elementos centrais que influenciam mais fortemente as atividades, e elementos periféricos que, ao influenciar o contexto, interferem na prática.

Figura 2 – Representação gráfica da estrutura emergente para atividades baseadas em QSC



Fonte: Autora, adaptado de Sadler (2011b, p. 362).

No centro do modelo temos dois aspectos, os elementos de *design* e as experiências de aprendizagem. Os elementos de *design* são as formas de organização da proposta de ensino baseada em QSC, ou seja, como as aulas, as atividades e os projetos devem ser organizados para que haja um bom desenvolvimento da proposta. Em primeiro lugar o autor chama a atenção para a necessidade de que o problema tenha relação com a ciência e incentive o engajamento por parte dos estudantes. Um segundo elemento importante na organização dessas atividades é o posicionamento da questão-problema na proposta, considerando que para que ela possa desempenhar um papel de contexto para o aprendizado de ciências, ela deve aparecer logo no início das investigações e suscitar discussões no primeiro momento. É essencial também que sejam fornecidas ferramentas suficientes para apoiar o debate e criar um ambiente de discussão e argumentação baseado em aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais que dialoguem com conceitos científicos e forneçam aos alunos a capacidade de refletir sobre suas experiências e tomadas de decisão. Por último, é necessário reconhecer o papel da mídia na divulgação desses problemas, valendo-se das tecnologias da informação na apresentação e no debate das QSC em sala de aula (SADLER, 2011b).

As experiências de aprendizado, segundo elemento central, refletem o que os alunos devem vivenciar ao trabalhar com QSC. Em primeiro lugar é preciso criar um ambiente no qual o aluno se envolva com o problema apresentado, ou seja, não basta simplesmente aprender sobre o problema, é preciso que ele entenda, analise, colete e investigue dados que possibilitem a tomada de decisão baseada em elementos, conceitos e teorias que se relacionem com a ciência.

As experiências de aprendizado devem permitir que os estudantes entendam que os dados científicos podem não ser suficientes para propor soluções para os problemas apresentados e que, por isso, existe a necessidade de se trabalhar com questões éticas, morais, de cunho político, ambiental e econômico.

O ambiente da sala de aula e as características do professor, elementos posicionados de forma periférica ao círculo inicialmente discutido, representam a criação/manutenção de um contexto que possa garantir a execução dos elementos de *design* e as experiências de aprendizagem. Desse modo, o ambiente de sala de aula deve ser colaborativo, ou seja, alunos e professores devem se sentir à vontade para expressar suas opiniões enquanto ouvem e dialogam não só com os colegas, mas também com aspectos científicos, sociais, ambientais, políticos e econômicos relacionados ao tema. É desejável que o professor tenha familiaridade com o problema; conhecimento dos conteúdos científicos associados a ele; considerações a respeito das questões sociais, econômicas, políticas e ambientais envolvidas; e disposição para lidar com as incertezas que podem surgir ao longo das aulas e para participar dos debates com os alunos como um colaborador do conhecimento.

Todos os elementos apresentados no modelo dialogam de alguma maneira com a questão sociocientífica, de modo que desde a elaboração da proposta até o contexto da sala de aula devem ser discutidos de que forma e em que medida o problema pode ser explorado. No entanto, apesar de reconhecer a importância da QSC nas discussões, o autor não indica esquematicamente seu papel. Em um primeiro momento pode parecer uma questão estética, quando pensamos que apesar de não estarem visualmente no modelo as discussões sobre o problema aparecem em todos os elementos; todavia, se considerarmos que estamos falando de modelos, é essencial que todos os elementos considerados principais para o desenvolvimento de propostas que envolvam QSC, incluindo o problema, sejam claramente apresentados. Seguindo essa linha de raciocínio passemos ao próximo modelo.

Alguns anos mais tarde, Presley e colaboradores (2013) sentiram a necessidade de mudar o modelo vigente, reformulando a disposição dos elementos e acrescentando novas discussões, que complementariam a organização das propostas com QSC. A Figura 3 apresenta o modelo reestruturado, que será discutido a seguir.

Figura 3 – Representação gráfica para estrutura de atividades baseadas em QSC



Fonte: Autora, adaptado de Presley *et al.* (2013, p. 28).

De início notamos a presença de novas divisões e a centralidade com as quais as questões sociocientíficas são trabalhadas e apresentadas. Nessa nova estrutura entende-se que as atividades devem ser elaboradas a partir dos aspectos colocados pelas QSC, ou seja, são os problemas que direcionam as discussões, os conceitos e os conteúdos trabalhados em sala de aula, e é alicerçado nesses aspectos que o professor poderá alcançar seus objetivos. Em segundo lugar, existem três aspectos principais nas instruções que envolvem QSC, os elementos de *design*, as características do professor e as experiências de aprendizado, que já foram discutidos. No círculo seguinte observamos o ambiente da sala de aula, que destaca a influência direta que esse aspecto exerce sobre os demais fatores. E por último, as influências externas ou periféricas, que englobam todos os elementos essenciais e representam uma série de fatores importantes que moldam a educação baseada em QSC, incluindo a escola, a comunidade, o contexto estadual, ambiental e a política nacional.

Ao contrário do anterior, observamos que além das QSC serem representadas dentro do modelo, elas também são colocadas em papel de destaque. Ao servirem de base para o desenvolvimento das atividades, são as QSC que orientam a elaboração da proposta, indicam as experiências de aprendizado, conduzem o professor e moldam o ambiente externo e da sala de aula.

A compreensão dos modelos apresentados até aqui nos possibilita chegar a uma ideia geral do que é uma proposta com QSC, indo desde as influências externas até o foco do problema, embora o problema inicial, que era a elaboração de atividades estruturadas com QSC,

permaneça. Aspectos específicos não foram discutidos ou apresentados, a exemplo da forma como as atividades podem ser elaboradas ou de que forma o problema pode ser desenvolvido. No caso dos modelos apresentados, todos se organizam com uma espécie de hierarquia entre os elementos, mas é de se indagar se essa hierarquia se mantém na sala de aula. Naturalmente não temos a intenção de trazer todas as respostas, além de ser impossível fazê-lo; não obstante, o que buscamos com este texto é discutir de que forma os modelos apresentados para o desenvolvimento de atividades com QSC podem contribuir para um melhor uso do problema em sala de aula.

Nesse sentido o próximo modelo que será apresentado (Figura 4) incorpora em sua estrutura aspectos da modelagem, combinando a compreensão dos alunos em torno dos fenômenos com práticas científicas como analisar, avaliar e interpretar dados a fim de construir explicações acerca das circunstâncias estudadas.

A modelagem científica contribui para a visualização dos fenômenos e conceitos da ciência e assim auxilia na compreensão científica do problema. Uma vez que a modelagem não ajuda a entender os aspectos sociais, políticos e econômicos do problema, valer-se do pensamento sistêmico, como forma de analisar o problema e seus aspectos como um todo se torna uma estratégia útil nesse cenário. Assim, vincular a modelagem científica e o estudo dos fenômenos ao pensamento sistêmico e à abordagem de questões mais amplas relacionadas ao problema contribuem de maneira significativa para o desenvolvimento de práticas envolvendo o ensino de QSC.

Para alcançar o aprendizado pleno das ciências é fundamental entender a importância do contexto nos processos de ensino e aprendizagem. Nosso desenvolvimento na sociedade, nossos posicionamentos e o que conhecemos e sabemos estão mutuamente ligados às circunstâncias em que são desenvolvidos nossos aprendizados e à maneira como eles se dão. Dessa forma, esse novo modelo articula compromissos teóricos subjacentes ao ensino das QSC com práticas do fazer e entender ciências (SADLER; FRIEDRICHSEN; ZANGORI, 2019).

A centralidade das QSC é uma característica que permanece presente nesse novo modelo, de modo que os demais elementos não aparecem mais em níveis hierárquicos de proximidade com o problema, o que faz com que o ideal seja que o vínculo entre a temática e os elementos associados a ela deva ser constante e ocorrer em toda unidade curricular. Os seis principais elementos desse modelo são: 1) explorar fenômenos científicos; 2) engajamento em modelagem científica; 3) considerar a dinâmica do sistema de questões; 4) empregar estratégias de informação e de mídia; 5) comparar e contrastar múltiplas perspectivas; e 6) elucidar sua própria posição/solução para o problema. A ordem de desenvolvimento dos recursos em si pode

ser dinâmica, dependendo das necessidades particulares da comunidade da sala de aula ou de questões específicas do professor ou do currículo disciplinar.

Figura 4 – Características essenciais de QSC e Aprendizagem Baseada em Modelos



Fonte: Autora, adaptado de Sadler, Friedrichsen e Zangori (2019, p. 17).

Para compreender melhor a definição de cada um dos recursos propostos pelos autores em questão vamos descrevê-los no formato de tópicos, explicando sua importância no contexto das práticas educativas:

1. **Explorar fenômenos científicos:** nesse recurso os conteúdos científicos incorporados ao problema são apresentados e discutidos em sala de aula, cabendo ao professor o papel de incentivar e auxiliar os alunos em práticas investigativas nas quais eles poderão coletar dados, analisar textos, vídeos, imagens e explorar as particularidades dos conceitos científicos essenciais para o entendimento da situação-problema;
2. **Engajamento em modelagem científica:** esse recurso parte do pressuposto de que os modelos servem como ferramentas cognitivas para o raciocínio científico. Dessa forma é essencial que sejam incluídas atividades que promovam a elaboração de modelos e, à medida que o conhecimento científico avance, ele seja analisado e reelaborado por parte dos alunos. Esse processo de elaboração, análise e reelaboração dos modelos permite ao aluno compreender os aspectos científicos, sociais, ambientais e econômicos relacionados ao problema de uma forma ampla e que acompanha as dinâmicas do aprendizado;

3. **Considerar a dinâmica do sistema de questões:** entender que os sistemas estudados em sala de aula são complexos e operam de forma dinâmica, ou seja, à medida que os aspectos conceituais e procedimentais das ciências forem estudados deve-se levar em consideração questões políticas, econômicas, sociais, ambientais, éticas e morais do contexto do problema;
4. **Empregar estratégias de informação e de mídia:** as QSC são frequentemente questões atuais e, por esse motivo, estão sujeitas a mudanças e/ou atualizações concomitantes ao período em que se desenvolvem as atividades. Dessa forma é essencial que os alunos desenvolvam habilidades para interpretar e tomar decisões a partir de informações veiculadas pelas mídias, de maneira que sejam capazes de reconhecer informações falsas ou duvidosas e de contrapor as ideias com fatos e conhecimentos já consolidados pela ciência;
5. **Comparar e contrastar múltiplas perspectivas:** a capacidade de entender o ponto de vista do outro e pensar além de si mesmo é uma habilidade essencial para o desenvolvimento do raciocínio sociocientífico e do pensamento crítico. Tendo em conta a multiplicidade de aspectos envolvidos nas QSC a tomada de decisão pode ocorrer sob múltiplas perspectivas. Desse modo, é importante que os alunos saibam identificar as particularidades dos sujeitos que protagonizam as questões desenvolvidas e tomem decisões levando em consideração as consequências para cada um dos envolvidos; e
6. **Elucidar sua própria posição/solução para o problema:** esse recurso trata especialmente da defesa de um ponto de vista por parte dos estudantes ou da elaboração de uma solução para o problema. Normalmente é uma estratégia apresentada no início das atividades, embora os autores também argumentem que pode ser interessante usá-la em atividades de conclusão, levando em conta o fato de o aluno já possuir um conhecimento dos conceitos científicos trabalhados, além de ser possível contrastar as mudanças que podem ter ocorrido no decorrer das atividades com QSC.

A articulação desse conjunto de aspectos no desenvolvimento de atividades que envolvem QSC contribui para um melhor aproveitamento das vantagens que esse tipo de atividade promove. Além disso, o formato circular do modelo oferece aos professores uma maior autonomia na elaboração de suas sequências de ensino. O desafio, então, é promover estratégias que permitam aos professores se apropriar desses conhecimentos e desenvolver com

segurança as atividades propostas em uma sequência didática. Por isso, além de dominar o conteúdo e conhecer o problema, a turma, as atividades e o contexto no qual a proposta será desenvolvida, é necessário que o professor também compreenda a concepção de problema na perspectiva sócio-histórico-cultural e como ele influencia no planejamento e desenvolvimento do ensino.

É nesse cenário que apresentamos o último e principal modelo norteador das atividades desenvolvidas nesta pesquisa, o Modelo Topológico de Ensino (MTE), um importante instrumento para organização e planejamento de atividades e sequências didáticas que dialoga com a perspectiva sócio-histórico-cultural e reúne os aspectos que consideramos essenciais para o desenvolvimento de atividades com QSC (GIORDAN, 2013).

Consolidado como uma ferramenta teórico-metodológica, o MTE tem como eixos estruturantes a atividade, o conceito e o tema, que se relacionam entre si e compõem um conjunto de elementos para pensar e planejar estratégias a partir de uma abordagem sócio-histórico-cultural e da noção ampliada de problema. No Modelo Topológico de Ensino o tema se transforma em problema e os elementos estruturantes (tema, conceito e atividade) se convergem em problema didático, o que vai além do problema sociocientífico, uma vez que a orientação e a organização da proposta partem dos pressupostos da Teoria da Atividade. Discutiremos esse modelo de forma mais detalhada no capítulo seguinte, buscando subsidiar a definição da problematização sociocientífica a partir da perspectiva de referenciais sócio-histórico-culturais e da Teoria da Atividade.

Capítulo 2 – Problematização sociocientífica sob a perspectiva sócio-histórico-cultural

Finalizamos o capítulo anterior evidenciando a necessidade de reconhecer o problema sob a perspectiva sócio-histórico-cultural, tendo em vista sua influência no contexto da sala de aula e nos estudos sociocientíficos. Os modelos que foram apresentados e discutidos mostraram também o quanto o Ensino de Ciências com QSC necessita de direcionamento para o desenvolvimento de atividades em sala de aula voltadas não somente para os conteúdos conceituais e procedimentais do problema, mas também para seus aspectos sociais, históricos e culturais. Por esse motivo, neste capítulo procuramos apresentar a relação entre a problematização sociocientífica e a perspectiva sócio-histórico-cultural, buscando compreender, a partir dos principais referenciais teóricos da área, como o problema se desdobra nesse cenário e como o planejamento do ensino pode ser organizado para abordar o problema de forma ampla em atividades virtuais.

Dessa forma, dividiremos este segundo capítulo em três seções: na primeira, apresentamos os principais autores que contribuíram e contribuem para a linha de pesquisa dos estudos sócio-histórico-culturais, seus objetivos e concepções a respeito do significado de problema; na segunda, destacamos a importância dos problemas sociocientíficos no planejamento do ensino e na elaboração de atividades, e apresentamos noções a respeito do MTE; e na terceira, descrevemos características específicas do problema sociocientífico estudado nesta pesquisa.

2.1. Estudos sócio-histórico-culturais

As investigações no campo do Ensino de Ciências crescem a cada ano e com isso também o número de pesquisadores interessados em perspectivas teóricas que integrem os aspectos sociais, históricos e culturais nas atividades desempenhadas nos processos de ensino e aprendizagem em sala de aula. Dessa forma, compreender a perspectiva sócio-histórico-cultural no contexto da educação científica é entender a importância de um olhar social para os fenômenos da natureza, interpretar as atividades humanas como frutos de experiências culturais e analisar o papel tanto das interações sociais no desenvolver da história quanto do que se entende por Ensino de Ciências (LEMKE, 2001; SADLER, 2011b; MARTÍNEZ PÉREZ, 2012; CONRADO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2017; GOMES, 2020).

A elaboração do conhecimento e as ações intermediadas pelos diálogos entre Ensino Básico e Superior representam, além de desafios, possibilidades para os processos de interação sociocultural e de consciência socioideológica mediados por representações sociais de diferentes setores da educação. Essa ideia reforça a relevância de uma postura dialógica que valorize os diferentes saberes e conhecimentos envolvidos na elaboração do saber científico e de seu ensino (BAKHTIN, 2011; CATARINO; REIS, 2021).

Diversos autores defendem um currículo de ciências voltado para questões sociais e para o enfrentamento de problemas, como mencionado diversas vezes no capítulo anterior. No entanto, é extremamente necessário que as relações sociais, históricas e culturais estejam presentes nas discussões que são levantadas em sala de aula. Nesse sentido é insustentável defender uma educação para cidadania que estruture o conhecimento científico a partir do raciocínio única e exclusivamente sobre fatos empíricos, sem influência do contexto sócio-histórico-cultural no qual ele é desenvolvido. Decorre disso a necessidade de que alunos e professores discutam tanto o papel da ciência nos contextos nos quais eles estão inseridos como também os valores, reflexões e críticas que possibilitam entender a condição social na qual cada indivíduo se encontra (SCHEID, 2016; CATARINO; REIS, 2021).

O termo sócio-histórico-cultural nos remete, em um primeiro momento, à corrente introduzida pela Psicologia soviética que partiu da compreensão de que o ser humano está constantemente articulando-se com seu contexto histórico, social e cultural. Nesse campo, conceitos como mediação (instrumentos e signos), interação, experiência social, contradição e humanização são fundamentais para uma visão flexível e multifacetada dos vários fatores que interferem na constituição da natureza humana. A compreensão de nós mesmos enquanto seres históricos, políticos e culturais no âmbito da prática social implica que o professor deve não apenas ensinar os conhecimentos específicos dos conteúdos escolares, mas também desenvolver uma educação humanista e abrangente (SHULMAN, 2014; JACINTO; RENDERS, 2020).

Os estudos sócio-histórico-culturais, que tiveram seus princípios básicos propostos no início nos anos de 1920 e 1930 na extinta União das Repúblicas Socialistas Soviética, estabelecem a compreensão da formação do ser humano no meio sócio-histórico-cultural no qual ele está inserido, ou seja, a consolidação da consciência humana como fruto da influência das atividades individuais e coletivas nos contextos que cercam o indivíduo.

Vigotski e Leontiev, os primeiros autores a se destacar nessa linha de pesquisa, trabalharam juntos na antiga URSS e, no decorrer dos anos, trilharam caminhos distintos, tendo em vista algumas divergências teóricas e ideológicas (MARTINS, 2013). Engeström, que

desenvolve um trabalho iniciado no final do século XX, apresenta a Teoria da Atividade articulando conceitos já amplamente discutidos nas obras de Vigotski e Leontiev (CAMILLO; MATTOS, 2014).

Dessa forma, Vigotski, Leontiev e Engeström são considerados aqui os principais referenciais de estudos sócio-histórico-culturais, levando em conta que contribuem de maneira expressiva para a consolidação dessa perspectiva em diferentes áreas de pesquisas acadêmicas.

2.1.1 O problema em Vigotski

Vigotski (1896-1934), apoiando-se em referenciais de base marxista, encontrou suportes que o possibilitaram revolucionar o que antes era conhecido como Psicologia Comportamentalista de Pavlov e Skinner e superar princípios materialistas e idealistas vigentes nas correntes psicológicas da época. Analisando a atividade social humana, o psicólogo propôs que o desenvolvimento do pensamento aconteceria a partir das interações sociais dos sujeitos com o meio cultural no qual eles estão inseridos, enfatizando aspectos genéticos da espécie (filogênese), dos grupos sociais (sociogênese) e dos sujeitos (ontogênese) (VIGOTSKI, 2001).

Em seus escritos Vigotski apresenta fundamentos para construir uma teoria sócio-histórico-cultural tomando como princípio a formação social da mente, os processos psicológicos superiores e a atividade humana. Para ele o desenvolvimento das funções superiores ocorre quando as funções interpsicológicas, externas ao indivíduo e compartilhadas no meio social, transformam-se em funções intrapsicológicas, ou seja, internas e individuais ao sujeito. No entanto é importante destacar que essa internalização das funções não é uma simples transposição do meio externo para o meio interno, e que existem processos diversos que podem ocorrer até que de fato a internalização seja estabelecida (VIGOTSKI, 2001; CENCI; DAMIANI, 2018).

Outro conceito extremamente importante em sua teoria é o de mediação, a partir do qual se entende a relação do indivíduo com o objeto a que se dirige sua atividade. Nesse processo existem instrumentos físicos (ferramentas) e psicológicos (signos) que se colocam entre o sujeito e o objeto no sentido de intermediar essas relações e influenciar o resultado final da atividade. As ferramentas que atuam de forma externa transformam o meio na mesma medida em que transformam o sujeito da ação e carregam consigo elementos históricos e culturais da atividade/trabalho nas quais atuam diretamente. Já os signos são instrumentos psicológicos derivados da relação do ser humano com o meio cultural e com outros sujeitos. A linguagem, principal instrumento psicológico apresentado nos estudos de Vigotski, é reconhecida como um

sistema de signos, estruturado a partir das relações sociais, históricas e culturais entre os sujeitos, capaz de estabelecer relações entre diferentes realidades e de atuar sobre o mundo (VIGOTSKI, 2001).

À luz da teoria vigotskiana, são as relações que acontecem durante as interações sociais em determinada cultura que permitem ao ser humano transformar e, na mesma proporção, ser transformado durante toda sua existência. Essas interações dialéticas contribuem para o processo de humanização na medida em que os meios sociais e culturais de diferentes sujeitos vão se entrelaçando. Em termos mais genéricos, podemos considerar que o problema, então, está diretamente relacionado ao desenvolvimento cultural do sujeito, como produto da vida e da atividade social do ser humano (JACINTO; RENDERS, 2020).

Nesse sentido é relevante destacar tanto o papel do problema na produção e internalização dos signos por parte dos sujeitos quanto o dos instrumentos (físicos e psicológicos) na mediação entre o sujeito e o objeto do conhecimento. Apesar de não explicitar as características dos problemas no contexto pedagógico, Vigotski deixa clara a importância das situações-problema, não só para o desenvolvimento dos conceitos em práticas educativas, como também para construção e disseminação dos conhecimentos científicos. É a partir do problema que o sujeito tem a oportunidade de se apropriar do contexto social, histórico e cultural no qual está inserido e, na busca de uma solução, de entender os processos de construção social e desenvolvimento do pensamento.

2.1.2. O problema em Leontiev

Leontiev (1903-1979) defende que para compreender o desenvolvimento da consciência humana é necessário entender também as relações de trabalho nas quais os indivíduos se apresentam e a maneira como esse cenário influencia as atividades sociais. O conceito de atividade, que pouco aparece em Vigotski, ganha espaço nas obras de Leontiev e é desenvolvido para explicar a constituição da consciência humana.

A atividade como centro do estudo da consciência permite compreender as relações do sujeito com o outro e com a estrutura social e de trabalho na qual ele se encontra. Para o autor, é no trabalho e nas relações com os pares que o sujeito toma consciência da produção de ferramentas e da organização coletiva da sociedade na qual está inserido.

O que Vigotski chama de internalização, Leontiev denomina apropriação, e é a partir da apropriação dos instrumentos físicos e psíquicos que o ser humano pode estabelecer sua relação com o mundo, com o outro e consigo mesmo. Em outras palavras, ao se apropriar de

determinado instrumento o sujeito internaliza as ações e operações de tal forma que o instrumento, antes externo, passa a fazer “parte” do próprio sujeito, possibilitando a mediação de atividades futuras. Ainda que o foco dos estudos de Leontiev esteja na atividade prática e de trabalho, ele atribui valor significativo à comunicação na apropriação da atividade social.

Para Leontiev (1978) a consciência humana pode ser compreendida a partir de três elementos principais: o conteúdo sensível, que se refere às sensações, imagens e representações; a significação, como uma generalização das experiências e práticas sociais transmitidas ao longo das gerações; e o sentido pessoal, que representa a parcela de individualidade com a qual cada sujeito vai perceber e entender as relações apresentadas pelo meio.

De acordo com o autor, a orientação da atividade para um objeto (material ou psicológico) permite identificar as necessidades que levam o sujeito a realizar determinadas ações e operações para sua efetivação. A motivação primária da atividade é sempre o objeto da ação e está relacionada a necessidades particulares e/ou coletivas do sujeito e da sociedade. Embora a atividade seja identificada por seu objeto, existem outros elementos que também permitem compreender sua estrutura, a saber: as ações que são realizadas para o cumprimento dos objetivos e as operações, ou seja, as condições e materiais disponíveis para realização de tal atividade (LEONTIEV, 1978).

Nessa perspectiva, é possível entender o problema como o objeto central da atividade humana, uma vez que a partir das necessidades impostas por ele e dos motivos que o colocam em evidência são criados sistemas de ações e de operação para solucioná-lo. A articulação dos diferentes instrumentos permite compreender como fatores culturais, políticos, históricos e econômicos influenciam não só esses instrumentos mediadores, como também a lógica do problema, seja ele coletivo ou individual, e a tomada de consciência sobre ele.

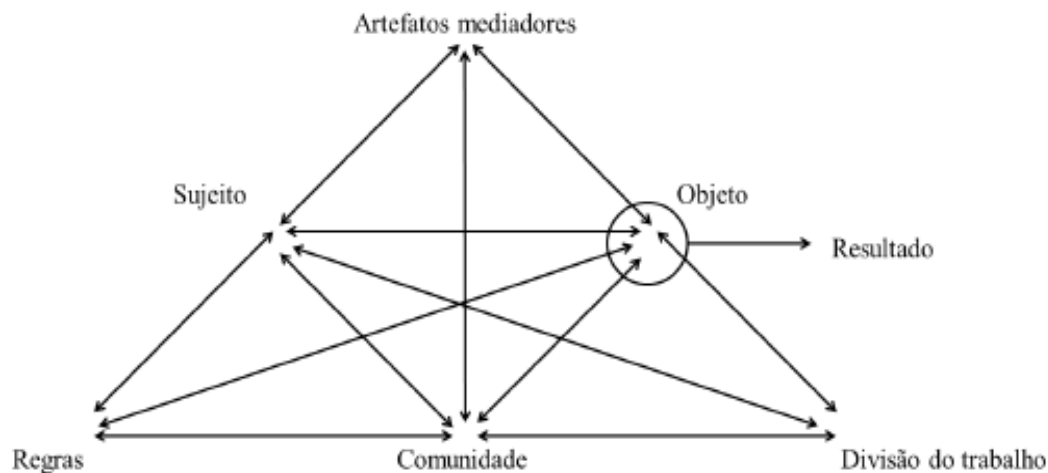
2.1.3. O problema em Engeström

Atualmente considerado um dos maiores responsáveis pela disseminação das ideias de Vigotski e de Leontiev, Engeström (1948-), professor e pesquisador finlandês, iniciou seus estudos no final do século XX e início do século XXI e tem como linhas de pesquisa a “Teoria da Atividade Histórico-cultural” e o processo de “Aprendizagem Expansiva”. Em seus estudos ele relaciona os elementos da Teoria da Atividade apresentados por Vigotski e Leontiev objetivando um modelo de análise que permita relacionar o sujeito, o objeto e os elementos mediadores com as regras, a comunidade e a divisão do trabalho impostas pelo ambiente no

qual se faz a pesquisa. Seu principal propósito é investigar para além do ambiente de sala de aula a forma como esses sistemas regem as organizações sociais e os contextos instrucionais.

O modelo proposto por Engeström (2016) para representar a organização do sistema de atividades é apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Sistema de atividades proposto por Engeström



Fonte: Autora, adaptado de Engeström (2016, p. 105).

Observamos na figura que a organização do sistema de atividade leva em consideração diferentes fatores. No triângulo superior estão os elementos que foram discutidos amplamente por Vigotski: o Sujeito, cuja perspectiva é tomada como ponto de partida para a análise das atividades; os Artefatos Mediadores, ferramentas ou signos que atuam diretamente na relação do sujeito com o objeto; e o próprio Objeto, elemento central da atividade do sujeito, que vai orientar suas ações e operações para consolidação dessa atividade e determinar seu resultado final. Na base do triângulo estão os elementos enunciados por Leontiev: as Regras, correspondentes às normas ou convenções, impostas de maneira explícita ou implícita, que regulam as ações realizadas no sistema; a Comunidade, que representa os indivíduos de um mesmo grupo e que compartilham o mesmo objeto de atividade; e a Divisão do Trabalho, que delimita a segmentação das tarefas e estabelece uma hierarquia entre os sujeitos envolvidos no sistema (ENGESTRÖM; SANNINO, 2010).

No entanto, esse modelo é considerado inicial nos textos de Engeström, levando em conta que o autor acredita que para compreender a organização das atividades sociais são necessários diferentes sistemas operando de forma interconectada e interdependente. Sendo assim é recorrente encontrarmos trabalhos que trazem uma análise de estruturas que integram dois ou mais sistemas de atividade e que compartilham um objeto em comum.

A análise da interação entre esses sistemas é o que permite a compreensão dos conflitos, dilemas e mudanças nos sistemas de atividade que constituem o exercício da sociedade.

Existem cinco princípios que regem esse conceito da Teoria da Atividade: 1) o sistema de atividades é também a unidade de análise, e nesse caso as investigações se voltam para o sistema de atividade coletivo mediado por instrumentos (físicos ou psicológicos), decorrentes da necessidade que constitui o objeto; 2) o sistema de atividades é um sistema plural, ou seja, é constituído por diferentes vozes, sujeitos, tradições, regras e convenções que se modificam no decorrer do tempo e que são partilhados por diferentes comunidades; 3) o sistema de atividades é baseado no contexto histórico, isto é, é modificado ao longo dos anos, tendo em vista as mudanças nas necessidades dos sujeitos, assim como as mudanças nas suas ações e operações para resolvê-las; 4) os sistemas de atividades possuem contradições, estímulos capazes de transformar o objeto da atividade em um novo objeto, que podem ser de ordem primária, quando presentes em cada um dos nós do sistema (no sujeito, no objeto, na ferramenta etc.); de ordem secundária, entre dois ou mais nós (entre o sujeito e um novo objeto, por exemplo); de ordem terciária, quando ocorrem entre objetos de atividades sequenciais; e de ordem quaternária, estabelecidas entre a atividade central e as atividades periféricas; 5) o sistema de atividade possibilita a aprendizagem expansiva, princípio esse relacionado à capacidade de transformação do objeto da atividade levando em consideração as contradições vivenciadas pelo sujeito (CENCI; DAMIANI, 2018; ENGESTRÖM; MIETTINEN, 1999; ENGESTRÖM, 2002; ENGESTRÖM, 2016).

Engeström (2002) preocupa-se em estudar os processos de aprendizagem expansiva que ocorrem tanto em situações formais de ensino, como a escola, quanto nas informais. Diferentemente do que conhecemos como padrão, quando professores e alunos já conhecem antecipadamente os conteúdos que serão desenvolvidos em sala de aula, Engeström propõe que os conceitos sejam apresentados durante o processo de aprendizagem, contexto no qual a estruturação do conhecimento é coletiva. Além disso, na teoria da aprendizagem expansiva também são trabalhados aspectos relacionados à ideia de duplo vínculo de Bateson, que se apresenta como um dilema ou problema social/coletivo que não pode ser solucionado com estratégias isoladas e que, por isso, necessita de atividades coletivas que conduzam os sujeitos à melhor forma de resolução desse problema, sem deixar de lado todo o contexto histórico e cultural que o compreende (ENGESTRÖM, 2002). É nesse contexto que se faz importante compreender como os problemas sociocientíficos e a problematização se inserem no âmbito do Ensino de Ciências e desenham práticas pedagógicas que almejam a resolução de problemas (ENGESTRÖM, 2016).

2.2. O problema sociocientífico e o planejamento do ensino

O conceito de problema sob a ótica das práticas educativas consolida-se como elemento de destaque para formação do conhecimento e para o envolvimento e dedicação dos alunos nas atividades escolares, uma vez que alicerça o próprio desenvolvimento do conhecimento científico e impulsiona a busca por explicações plausíveis para fenômenos de natureza social, tecnológica e ambiental. Todavia trazer o problema para o contexto da sala de aula exige do professor um planejamento que vai além da perspectiva tradicional e evidencia a necessidade de um estudo particular do problema e das relações que ele tem com o conceito científico e com o contexto no qual ele se insere (DELIZOICOV, 2001).

Dentre as atividades desempenhadas pelo docente no planejamento do ensino estão o pensar, o planejar, o organizar e o estruturar as atividades que serão realizadas durante as aulas, além do desenvolvimento de estratégias para a avaliação da aprendizagem. O desempenho dessas atividades requer do professor um domínio não somente das técnicas e conhecimentos específicos das ciências, mas também o uso de diferentes ferramentas que irão permitir uma aplicação prática do conhecimento construído ao longo das aulas, levando em conta sua relação com os contextos sociais, históricos e culturais do meio no qual estão inseridos.

A problematização nesse caso aparece como um eixo estruturador da atividade e permite ao professor criar uma atmosfera na qual a necessidade da aprendizagem dos conceitos se faz presente para a resolução dos problemas. Assim, quando o problema emerge dos temas sociocientíficos, como é o caso do MTE, o emprego dos conceitos e instrumentos da cultura científica escolar permite a construção de novos significados e sentidos para a resolução de problemas que envolvem a ciência e a sociedade e que estão atrelados aos aspectos ambientais, políticos, econômicos e culturais (POSSO, 2022).

Apesar de os modelos apresentados no capítulo anterior serem de grande ajuda quando pensamos em estratégias para a elaboração de atividades utilizando como temática problemas ou questões sociocientíficas, com exceção do MTE eles não evidenciam os vínculos do problema com os fundamentos sócio-histórico-culturais. É nesse sentido que a partir desses estudos sobre planejamento de ensino e problemas procuramos complementar a ideia dos modelos e fortalecer práticas a partir dessa abordagem.

Quando pensamos o problema dentro da lógica do Ensino de Ciências diferentes significados podem ser atribuídos. Em um primeiro momento podemos entendê-lo como uma tarefa e/ou exercício de ordem conceitual ou procedimental que vai ser colocado ao aluno para

avaliação de seus conhecimentos. O problema também pode se apresentar de maneira mais desafiadora, como uma situação que desperte no aluno um senso investigativo a fim de encontrar uma solução para uma questão específica apresentada. Esse problema pode ainda aparecer como uma questão aberta, socialmente contextualizada, que vai evocar, além dos conhecimentos específicos da disciplina, uma consciência acerca de questões de natureza social, ambiental, econômica e cultural para resolução da proposta (ZEIDLER, 2003; ZEIDLER; NICHOLS, 2009; GOMES, 2020).

O desenvolvimento de atividades, sequências didáticas e projetos que almejam uma educação científica contextualizada por questões sociocientíficas requer a seleção e a organização de atividades que destaquem a importância das questões sociais, políticas, econômicas e ambientais para resolução e compreensão dos problemas. Nessa perspectiva, entender o contexto é peça fundamental para que os alunos se apropriem dos problemas, possam compreendê-los em sua totalidade e elaborem soluções conscientes levando em conta a realidade vivenciada e/ou estudada.

Portanto, tendo como base os preceitos da perspectiva sócio-histórico-cultural, a necessidade da articulação de problemas às práticas de ensino para compreensão dos conceitos científicos e a incorporação de aspectos morais e éticos, intrínsecos às questões trabalhadas, apresentamos o Modelo Topológico de Ensino (MTE) (GIORDAN, 2013) como orientador para elaboração de sequências didáticas, assim como foi realizado na proposta de ensino objeto desta dissertação.

2.2.1. Modelo Topológico de Ensino como orientador de práticas educativas

O MTE tem como ponto de partida a Teoria da Ação Mediada (WERTSCH, 1991, 1998) que, apoiada nas tradições sócio-histórico-culturais, investiga os principais elementos constituintes das ações humanas. A noção de mediação estabelecida por James Wertsch está fundamentada nos conceitos de atividade, internalização e mediação apresentados por Vigotski; na ideia de dialogia e gêneros de discurso, de Bakhtin (2006); e nos aspectos ontológicos e metodológicos que orientam as perspectivas da ação humana discutidos em Burke (1973).

Burke (1973) define cinco elementos por meio dos quais é possível analisar fragmentos das ações humanas sob enfoques disciplinares, sendo eles o *ato*, o *propósito*, o *agente*, a *agência* e a *cena*, que juntos formam o pentagrama analítico da ação humana. Como parte dos aspectos ontológicos, o ato representa aquilo que foi feito, enquanto o propósito refere-se ao porquê da ação, seu objetivo. Dentre os aspectos metodológicos temos o agente, também sujeito da ação;

a agência, modo pelo qual as ações são realizadas; e a cena, que abrange aspectos relacionados ao tempo, ao espaço e ao contexto histórico e cultural no qual a ação é realizada.

De fato, a quantidade de elementos que pressupõem as investigações das ações humanas poderia, em certo sentido, inviabilizar os estudos no contexto da sala de aula, motivo pelo qual no MTE é levada em consideração a tensão irreduzível agentes-agindo-com-ferramentas-culturais como unidade de análise para compreender e explicar as ações que ocorrem no contexto educativo da sala de aula.

A partir do pentagrama de Burke, Wertsch reorganiza seus elementos de forma que o “agente” e as “ferramentas culturais” se tornam indissociáveis e, diante disso, entender como ocorre o processo de elaboração dos significados por estudantes e professores (agentes), fazendo uso das ferramentas culturais (agências), demanda o reconhecimento dos processos envolvidos nessas interações (GIORDAN, 2013).

Outro ponto importante é o entendimento do processo de internalização das ferramentas culturais por meio das ações mediadas, o que é explicado a partir do conceito de apropriação de Bakhtin (2006). Em um diálogo as pessoas trocam palavras, gestos e expressões para comunicar e para compreender aquilo que o outro quer expressar. Apropriar-se de algo significa, então, tomar para si aquilo que o outro expressou e conferir-lhe um sentido próprio. Para Wertsch (1998) o processo de internalização das ferramentas culturais se dá em dois momentos: o primeiro, de domínio, ou seja, quando o sujeito aprende a manusear e operar a ferramenta no contexto em que foi aprendido; e o segundo, de apropriação, quando o sujeito é capaz de usar a ferramenta em contextos diferentes daquele em que ele aprendeu (GIORDAN, 2013).

Nessa perspectiva, o MTE assume como eixos estruturantes do processo de planejamento e organização de currículo a *atividade*, o *conteúdo* e o *tema*. A noção de atividade é fundamentada na Teoria da Atividade estudada sob diferentes perspectivas por três autores: Vigotski (sujeito e objeto), Leontiev (atividade individual e coletiva) e Engeström (sistemas de atividade). Essas atividades direcionam ações e operações para o desenvolvimento de práticas que a partir das interações entre estudantes e professores configuram *atividades de ensino* que permitem a apropriação das formas de fazer e pensar ciências. Segundo Giordan (2013) as atividades são realizadas por meio de diversas ações mediadas e são orientadas por propósitos específicos realizados com o auxílio de ferramentas culturais. Por isso no MTE cada atividade, seja ela interna (mental) e/ou externa (social), possui propósitos que direcionam os estudantes e que são mediados por conceitos que contribuem para a conquista dos objetivos.

A problematização nesse cenário assume um papel integrador, possibilitando a aproximação entre o tema, o conceito e a atividade. Essa articulação dos eixos estruturantes do MTE colabora para a associação dos saberes conceituais e das práticas científicas com fenômenos sociais do entorno dos estudantes ou com temas que recuperem fatos históricos, aspectos ambientais, sociais, políticos e econômicos que sejam relevantes e contribuam para a construção de novos significados.

Nesse sentido é dado um novo destaque à questão do problema, uma vez que é ela que vai funcionar tanto como motivo da atividade, conduzindo os alunos na busca por respostas, como propósito, fruto do planejamento voltado para resolução desse problema, estabelecendo dessa forma uma relação dialética entre problema e atividade. A atividade, por sua vez, é a unidade primária da organização do ensino no MTE, de forma que ela se projeta em diferentes cenários e ações do cotidiano escolar, como aulas, bimestres, semestres e diferentes contextos de ensino e aprendizagem da vida escolar.

Os conteúdos, quando analisados sob a perspectiva sócio-histórico-cultural, são entendidos como ferramentas culturais que servem para estabelecer a mediação entre os estudantes e os objetos do conhecimento. Eles atuam como ferramentas culturais capazes de subsidiar discussões, alicerçar a produção de conhecimentos e mediar atividades de ensino e aprendizagem. Além disso, os conteúdos também estabelecem uma relação dialética com o problema, uma vez que articulam a construção do problema, assim como o problema influencia na escolha dos conteúdos que serão trabalhados.

Finalmente, a noção de tema sociocientífico está atrelada à concepção de compartilhamento de significados, ou seja, considerando que cada esfera de comunicação e atividade partilha de sujeitos e significados específicos é o tema o elemento capaz de aproximar as diferentes esferas. Portanto, quando trabalhamos com o tema, nossa intenção é articular situações que estão entre duas ou mais esferas de comunicação e/ou atividade, com características, valores, sujeitos e objetos diferentes como, por exemplo, social e científico, científico e ambiental, social e econômico, econômico e ambiental etc.

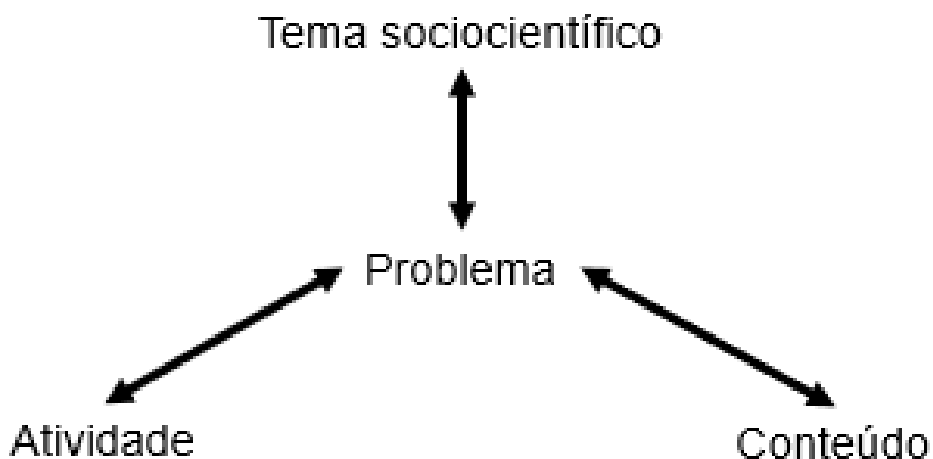
Esse é o motivo de adotarmos o tema como eixo estruturante do ensino, uma vez que é ele que vai aproximar o contexto social dos alunos aos contextos científicos vivenciados e trabalhados na sala de aula, e que também vai permitir a consolidação do problema sociocientífico. Entretanto não podemos considerar que apenas a intersecção entre as áreas é suficiente para garantir o desenvolvimento da problemática. É preciso que os fatores econômicos, ambientais, sociais e científicos – no caso das aulas de ciências, associados ao tema e ao problema – sejam apresentados aos alunos, e que a construção desse problema seja

coletiva. Dessa forma a intencionalidade do professor também é essencial para o desenvolvimento do seu propósito.

Considerando esses três elementos e tendo estabelecido seus propósitos de ensino o professor pode, então, estruturar suas atividades e planejar suas ações para interagir com os estudantes, valendo-se de diferentes ferramentas culturais e permitindo que eles sejam capazes de entender e dialogar com o problema. A Figura 6, apresentada em Gomes (2020), destaca o papel do problema como articulador entre os três eixos do planejamento do ensino e as relações dialéticas já apresentadas neste texto.

Assim, a partir de um tema sociocientífico estudantes e professores podem elaborar o problema que, na medida em que orienta, também é orientado por uma sequência de atividades estruturadas e desenvolvidas por meio dos conteúdos (ferramentas culturais) que serão apropriados e internalizados para sua resolução.

Figura 6 – Elementos constituintes do MTE e a inserção do problema sociocientífico



Fonte: Gomes (2020).

De acordo com Giordan (2013) há ainda algumas propriedades da Teoria da Ação Mediada que condicionam a proposição do Modelo Topológico de Ensino: *contexto e continuidade; narrativa e historicidade; materialidade e mediação*.

A importância do contexto vem do fato de que tanto as ações dos sujeitos, quanto seus valores e conceitos compartilhados só se deram e se dão por conta da influência de contextos sociais, históricos, culturais, políticos etc. que determinam o que é, ou não, importante naquele meio.

No universo de pesquisas que abordam o Ensino de Ciências muito se ouve falar sobre a importância de trazer questões do cotidiano do aluno, ou seja, valer-se de seu contexto para

trabalhar os elementos científicos, o que não está errado, mas devemos pensar um pouco além dessa perspectiva.

A Teoria sócio-histórico-cultural entende que a influência dos contextos social, histórico e cultural nos processos de ensino e aprendizagem se dá na medida em que os conceitos são desenvolvidos nas comunidades que compartilham experiências, conhecimentos e valores. Para Edwards e Mercer (1987) o que ocorre nas salas de aulas é um deslocamento de contextos, o que eles caracterizam como continuidade. Para esses autores existem três classes principais de contextos: o contexto situacional, ou seja, o entorno material das situações; o contexto linguístico ou comunicacional, definido como o desenvolvimento dos discursos que configuram e/ou estabelecem as discussões; e o contexto mental, que se apresenta na forma de ideias compartilhadas pelos agentes (professores e alunos) da sala de aula (GOMES, 2020; GIORDAN, 2013).

Seguindo essa narrativa e considerando a dimensão temporal relacionada à construção dos significados a importância da narrativa e da historicidade em uma sequência de atividades se estabelece no sentido temporal de organização das atividades, isto é, a disposição das atividades e conteúdos é o que vai guiar as fases de apresentação, estudo e conclusão do problema didático e de reconhecimento do problema sociocientífico.

Desse modo, a organização e estruturação das atividades é tão importante quanto a elaboração do tema. Dentro do MTE é justamente pelo deslocamento dos contextos que ocorre a articulação dos eixos estruturantes, e é a narrativa do professor que vai permitir que os alunos sigam uma linha de raciocínio clara na criação de novos conceitos e na apropriação do tema e do problema sociocientífico. Por isso a produção de significados está tão atrelada à questão temporal, uma vez que os deslocamentos contextuais que permitem essa significação ocorrem ao longo do tempo (GOMES, 2020; GIORDAN, 2013).

Outro ponto importante a salientar é a materialidade das ferramentas culturais que funcionam como instrumentos mediadores entre o sujeito e o objeto da atividade. Essas ferramentas, como já foi discutido, se materializam não apenas nos conteúdos conceituais, mas também nos procedimentos, valores e atitudes associados à resolução do problema.

É importante que durante o desenvolvimento de atividades que envolvem questões sociocientíficas o professor guie os estudantes de modo que se faça necessário o conhecimento dos conceitos científicos para a percepção das diferentes naturezas do problema. Dessa forma, os conteúdos mobilizados durante as aulas são utilizados como ferramentas para a resolução dos problemas.

Sendo a sequência didática (SD), na perspectiva sócio-histórico-cultural, a concretização de ferramenta cultural de organização de ensino proposta pelo MTE, elaboramos, também com base nos preceitos estabelecidos por Guimarães e Giordan (2013), um conjunto de atividades que em sua estrutura e organização contempla os elementos essenciais para sua construção e execução: originalidade da proposta; redação dos aspectos característicos e essenciais para reconhecer o contexto no qual ela será desenvolvida; e descrição do público-alvo, do espaço e do tempo proposto.

A problematização, nesse caso, precisa estar articulada com os elementos da SD (propósitos, contexto, conteúdos, dinâmica etc.), propondo uma questão desencadeadora que deve relacionar a temática central a conteúdos científicos, procedimentais e atitudinais, e associá-la a aspectos sociais *lato sensu*, de modo a prover uma perspectiva crítica aos estudantes. Também é fundamental que a metodologia de ensino proponha atividades diversificadas, seja apropriada para alcançar os objetivos, tenha relação com a problematização, seja adequada aos espaços físicos nos quais serão desenvolvidas as atividades, e promova uma participação ativa dos alunos. Por fim, é essencial que a avaliação da aprendizagem conte com elementos adequadamente descritos e vinculados à dinâmica das atividades ao longo de toda SD, e que esses elementos estejam condizentes com os objetivos e apresentem uma proposta de devolutiva aos estudantes (LIMA, 2016; MACENO, 2020).

Uma vez caracterizados os elementos estruturantes da SD, destacamos a importância dos aspectos de problematização para desenvolver propostas com QSC, uma vez que o problema deve atuar como fio condutor das atividades desenvolvidas na SD. Uma boa construção do problema requer um estudo sobre os diversos fatores sociais, econômicos, políticos e ambientais que auxiliarão na resolução do problema ao longo da dinâmica das atividades.

Os modelos para aplicação e desenvolvimento de QSC em sala de aula já mostraram que a introdução de um problema no contexto do Ensino de Ciências exige, não só do professor, mas também dos alunos e de toda comunidade escolar, um preparo para lidar com situações que podem extrapolar o planejamento inicialmente colocado. Neste trabalho procuramos construir a problematização tendo como referenciais, além do MTE, as estruturas para o desenvolvimento de atividades com QSC. Propomos que articular os aspectos relacionados aos impactos causados pelo rompimento das barragens de rejeitos de minério pode ser uma boa estratégia para o desenvolvimento de conteúdos científicos e de aspectos de valores morais e éticos para a resolução de problemas.

2.3. Barragens de rejeitos de minério como proposta para o desenvolvimento dos conceitos em uma perspectiva sociocientífica

A sequência didática elaborada para desenvolver esta proposta tem como título “Impactos ambientais da mineração no Brasil” e traz para discussão os principais impactos ambientais, sociais e econômicos decorrentes do rompimento das barragens Fundão, em Mariana, e Córrego do Feijão, em Brumadinho, Minas Gerais. Desenvolvemos a problematização caracterizando como a passagem da lama contaminou os rios e a vegetação ao longo de seu curso, e causou danos à saúde da população e, de maneira geral, como esses danos podem ser revertidos ou minimizados tendo em vista os conceitos aprendidos em aulas de Química.

Nesta seção, apresentaremos a formulação do problema considerando as concepções e conceitos introduzidos nas seções anteriores. Inicialmente apresentaremos a temática sociocientífica das barragens de mineração, reconhecendo seus aspectos científicos, sociais, econômicos e ambientais. Em seguida apresentaremos alguns detalhes dos dois casos que subsidiam a articulação desses quatro eixos de modo a construir o problema sociocientífico da sequência didática.

2.3.1. Estudo das barragens como temática sociocientífica

A importância da mineração para a economia é histórica não só no Brasil, visto que essas atividades têm movimentado a trajetória sociopolítica de muitos países. Em território nacional a exploração de minérios vem desde os tempos da colonização e é de grande interesse político, não só pelo retorno econômico que proporciona, mas também pelos diversos impactos causados ao ambiente e à população em torno desses empreendimentos.

Por muito tempo acreditou-se que os impactos causados por essas indústrias eram, principalmente, espacialmente restritos, ou seja, estariam ligados a mudanças na paisagem local da mina e na realocação de comunidades que morassem em seu entorno. Todavia Milanez (2017) argumenta que os principais impactos socioambientais resultantes das atividades de mineração são: as emissões atmosféricas; o consumo e a contaminação de recursos hídricos; os impactos à saúde, à moradia, à locomoção e à economia de comunidades locais; além dos danos causados pela acumulação de rejeitos e pelo desmoronamento de barragens.

Uma das mais relevantes questões levantadas atualmente diz respeito à banalização do processo de autorregulação das empresas de mineração, levando em conta que a

responsabilização dessas empresas pelo monitoramento de seus empreendimentos sem um acompanhamento por parte do estado supõe que os interesses entre as duas partes são semelhantes e que ambos prezam pela vida e o ambiente. No entanto, a competitividade do mercado e a busca pela maximização dos lucros têm colocado em risco não só o ambiente, mas também a vida das pessoas que trabalham ou moram próximas a essas companhias. Além disso, a precariedade dos sistemas de fiscalização é escancarada na medida em que observamos a existência de fraudes em laudos que deveriam atestar a segurança, ou a falta dela, em barragens de rejeitos de minério, a exemplo dos relatórios relativos à barragem Fundão, da Vale (HELLER, 2019).

Os impactos sociais, ambientais e econômicos causados pela exploração de recursos minerais evidenciam uma lógica de desenvolvimento econômico que privilegia o uso desses recursos sem prevenir nem minimizar os riscos ao ambiente como um todo (BORGES, 2018). É nesse contexto que propomos uma discussão a respeito dos impactos causados pela mineração no Brasil e das ações que podem ser realizadas para evitá-los ou minimizá-los. Trazer para as salas de aula questões relacionadas ao rompimento das barragens da Samarco/BHP Billiton e da Vale, localizadas em Mariana e Brumadinho, permite articular discussões sob diversos aspectos: o social, quando abordamos os impactos causados à população atingida; o político, ao tratarmos de tópicos da regulamentação dessas empresas; os econômicos e ambientais, tendo em vista todas as perdas materiais e ambientais causadas pela lama e pelos rejeitos que nela estavam contidos; e os da ciência e da tecnologia, como o tratamento e recuperação das áreas atingidas, uma vez que são assuntos que permeiam as aulas de ciências e as discussões ambientais.

2.3.2. Mariana e Brumadinho: um estudo de casos

Nos últimos anos, com o crescimento da indústria e a demanda por matéria-prima derivada de atividades de mineração, muitos os países vêm sendo expostos a técnicas que apresentam riscos para o homem e para o meio ambiente. Segundo o *World Information Service on Energy (Wise)*, organização que avalia os impactos causados pela indústria de mineração de urânio e produção de energia nuclear, nos últimos 50 anos ocorreram aproximadamente 37 desastres considerados muito graves envolvendo barragens de mineração. O crime da Samarco, em novembro de 2015, é o primeiro evento brasileiro a constar entre os dez maiores desastres

que causaram impacto ambiental, levando em conta a quantidade de rejeitos lançados no meio ambiente (FREITAS; SILVA; MENEZES, 2016).

Crimes dessa natureza têm como origem diversos fatores, o que pode em muitos casos ultrapassar as políticas internas das empresas e se tornar responsabilidade de órgãos públicos, que deveriam atestar e garantir a segurança dos empreendimentos para o ambiente, a população e as localidades diretamente impactadas. Estudos apontam que entre as principais causas que podem levar ao rompimento de uma barragem de rejeitos de minério estão: a) a falta de manutenção; b) a ausência de monitoramento durante a construção e funcionamento das barragens; c) a carência de regulamentação; e d) a insuficiência de políticas efetivas para o controle e prevenção de acidentes (RICO *et al.*, 2008; WANDERLEY *et al.*, 2016).

A Resolução 143/2012 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), que tem como objetivo categorizar os riscos e danos em potencial de barragens em todo o Brasil, não foi suficiente para alertar sobre os perigos das barragens de Fundão, em Mariana, e Feijão, em Brumadinho. Levando em consideração os aspectos que deveriam ser avaliados nessa resolução (altura, comprimento, existência de plano de segurança e estado de conservação) ambas as barragens foram classificadas como de baixo risco (HELLER, 2019; FREITAS; SILVA; MENEZES, 2016).

No Brasil existem 769 barragens, distribuídas em 17 estados da federação, no entanto somente 425 estão inseridas na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico e foram avaliadas e classificadas de acordo com os critérios da Agência Nacional de Mineração (ANM). Segundo a avaliação dos danos potenciais associados, que mede as consequências caso a barragem tenha vazamentos, infiltrações no solo, mau funcionamento ou venha a se romper, 51% das barragens são classificadas como de alto dano potencial, 37% com potencial de dano médio e 12% como de baixo dano potencial. No que diz respeito à categoria de risco, que mede a probabilidade da ocorrência de um “acidente”, menos de 1% é classificada como de alto risco, 14% como de risco médio, e aproximadamente 85% como de baixo risco.

Os impactos causados pela atividade de mineração e os desastres decorrentes do rompimento de barragens já foram discutidos em diversos artigos, como mostrado até aqui, e em materiais de divulgação científica como o 8.º Caderno temático da revista Química Nova na Escola (DUARTE; ROSSI; GIORDAN, 2014), cujo título é *Recursos Minerais, Água e Meio Ambiente*. Os artigos constantes desse caderno apresentam como aspectos químicos, físicos e biológicos estão relacionados às atividades de mineração, e quais estratégias podem ser utilizadas para minimização dos impactos e proteção do meio ambiente.

Dito isso, podemos considerar que os conhecimentos específicos de Química contribuem de maneira efetiva para o estudo dos aspectos associados à mineração e às barragens. Por esse motivo, é fundamental que o professor aborde os conceitos de modo que os estudantes compreendam a importância do conhecimento científico para a tomada de decisão e preservação do meio ambiente.

Assim, por meio de uma plataforma de atividades *on-line*, temos como proposta de trabalho desenvolver uma sequência didática que possibilite articular os conhecimentos específicos da disciplina de Química com fatores sociais, econômicos e ambientais vinculados aos impactos da mineração no Brasil e que nos permita, a partir dos dados levantados nas aulas síncronas *on-line*, nas atividades realizadas e nas interações em *chats*, estudar como o problema influencia nas dinâmicas discursivas e de interação entre os sujeitos de pesquisa, sendo eles os estudantes, o professor e os tutores.

Capítulo 3 – Apresentação do cenário de pesquisa e dos recursos metodológicos

Nos capítulos anteriores discutimos e apresentamos os suportes teóricos que nortearam o desenvolvimento dos estudos que serão aqui apresentados. Finalizamos nossas discussões trazendo como pauta o conceito de problema sob a perspectiva sócio-histórico-cultural, sua influência no contexto de ensino e no planejamento de atividades.

Nesse sentido, para atender as demandas colocadas pelo nosso objetivo de analisar como a problematização influencia na dinâmica das interações discursivas estabelecidas em sala de aula e no Ambiente Virtual de Aprendizagem e levando em conta que neste estudo se articulam aspectos sociocientíficos, elaboramos uma proposta de trabalho que conta com sequências didáticas para diferentes turmas do Ensino Médio fundamentadas pelo MTE. Nossas sequências trazem atividades organizadas de modo que o problema sociocientífico não só orienta, mas também é o contexto e pauta das discussões a respeito dos temas e conceitos da ciência. No entanto, devido a todo o cenário imposto pela pandemia, adaptamos nossa proposta para o ensino remoto e com isso, no lugar das SDs para o ambiente presencial, elaboramos um Ambiente Virtual de Aprendizagem (Apêndice A) na plataforma *Moodle* de gestão de AVA do grupo de pesquisa Lapeq².

O presente capítulo, então, tem como objetivo apresentar os processos metodológicos desenvolvidos para coleta e organização dos dados que integram essa pesquisa, suas características e as especificidades do ambiente no qual eles foram coletados. Dessa forma dividimos a apresentação em quatro seções: na primeira, apresentamos o cenário no qual a pesquisa surgiu e foi desenvolvida, as principais características dos projetos antes e depois de adotadas as medidas de distanciamento social, a forma como as adaptações modificaram a estrutura geral da proposta e de que forma se configura o novo desenho metodológico; na segunda seção, apresentamos os principais procedimentos metodológicos adotados para a coleta de dados e gravação das aulas, os materiais do AVA, as entrevistas etc.; na terceira seção são apresentadas as características gerais dos sujeitos que participaram do projeto e do campo de pesquisa; por fim, na quarta seção descrevemos os principais instrumentos de pesquisa e fazemos uma breve apresentação sobre o plano de gestão, análise e coleta de dados.

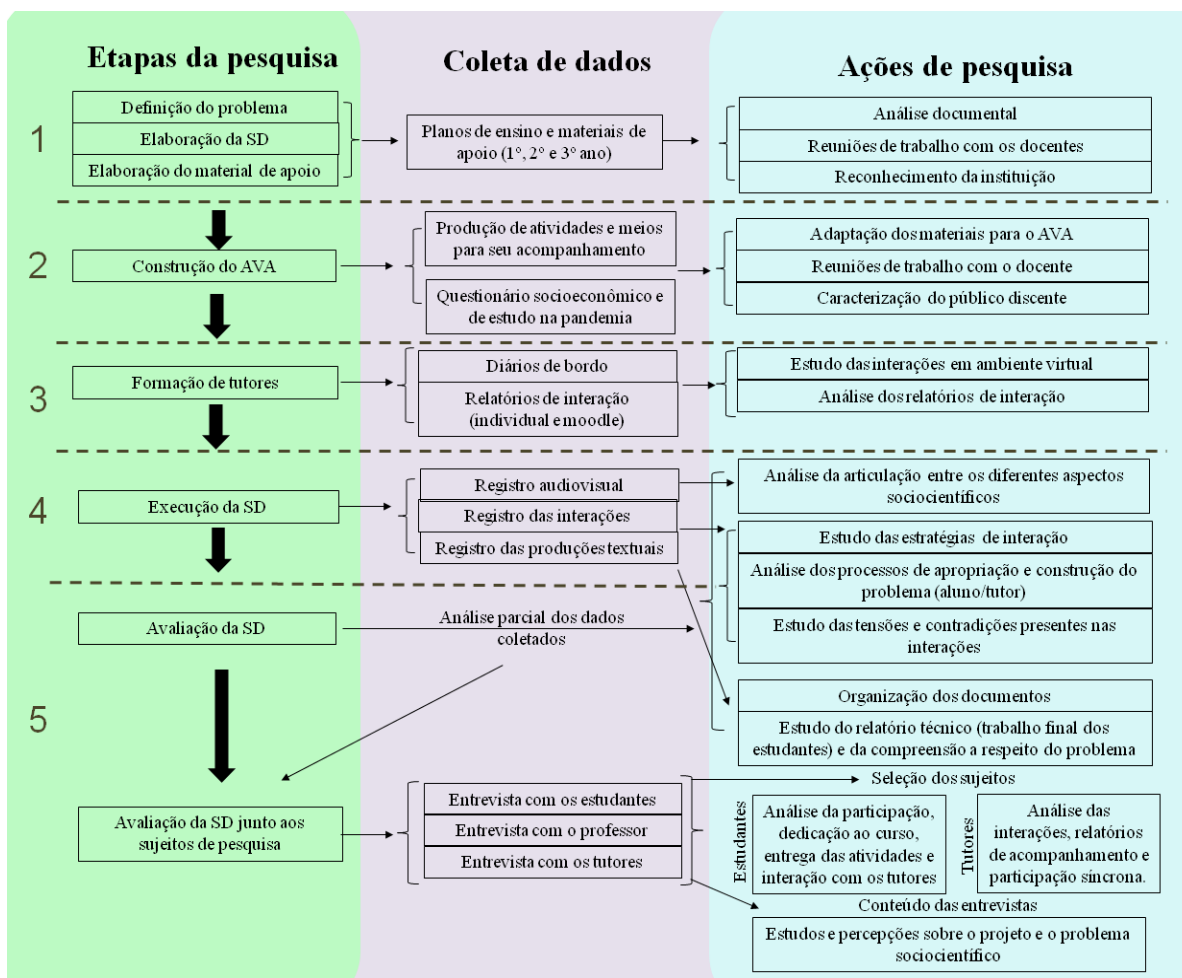
² <http://moodle.lapeq.fe.usp.br/enrol/index.php?id=215>; **Entrada:** “Acesso como visitante”; **Senha:** L@peq2021

3.1. Cenário de pesquisa

A partir dos referenciais apresentados e dos objetivos descritos até o momento, passamos agora à caracterização do cenário de pesquisa. Optamos por apresentar, de forma separada, cada uma das fases desenvolvidas neste projeto, indo desde a escolha do tema, em um período pré-pandemia, até a análise dos dados coletados durante e após o desenvolvimento da SD. Organizamos a apresentação do projeto em cinco fases: na primeira fase, que ocorreu em um período pré-pandemia, trazemos um destaque para a definição do problema, e falamos da elaboração da SD e da elaboração do material de apoio; na segunda fase falamos da construção do Ambiente Virtual de Aprendizagem, tendo em vista os materiais das SDs e os materiais de apoio elaborados para o curso presencial; na terceira fase apresentamos o contexto da formação dos tutores para atuação junto aos alunos nos ambientes virtuais de aprendizagem; na quarta fase abordamos a execução da SD pelo professor e o registro dos dados; e, por fim, na quinta fase, com a avaliação da SD e a avaliação da SD junto aos sujeitos de pesquisa, trazemos um recorte de como os dados foram organizados, estudados e analisados.

O Quadro 1, apresentado a seguir, mostra de forma esquematizada as etapas da pesquisa, divididas nas cinco fases apresentadas, os instrumentos utilizados para coleta de dados e as ações de pesquisa realizadas em cada uma das fases.

Quadro 1 – Desenho metodológico da pesquisa



Fonte: os autores, adaptado de Sgarbosa (2018, p. 52).

3.1.1. Primeira fase: organização do projeto

As atividades vinculadas à primeira fase desse projeto começaram no ano de 2019, não por coincidência o mesmo ano do rompimento da barragem Córrego do Feijão, em Brumadinho, Minas Gerais. Apesar de não ter sido o único tema levantado durante as reuniões de pesquisa, a relevância da problemática, a relação com os aspectos da ciência e da tecnologia e toda a cobertura midiática da época foram alguns dos elementos-chave que nos levaram a escolher a indústria da mineração, com o olhar voltado principalmente para o rompimento das barragens de rejeitos de minério, como problemática para as atividades que fariam parte do nosso objeto de pesquisa.

Após definido o tema, estudamos diferentes possibilidades de aplicação e desenvolvimento das atividades, buscamos escolas/professores parceiros e iniciamos a

elaboração das sequências didáticas. Em um primeiro momento, estabelecemos parceria com professores de um curso de Química Ambiental de uma escola técnica do estado de São Paulo e, por sugestão deles, elaboramos sequências para turmas do primeiro, segundo e terceiro ano do Ensino Médio Técnico. As SDs foram elaboradas segundo as recomendações previstas pelo cronograma de aulas e conteúdos da Escola Técnica Estadual – Etec na qual elas seriam desenvolvidas. Cada uma delas gerou um material de apoio ao estudante que continha textos, atividades e orientações que seriam suficientes para o desenvolvimento da proposta. Ao todo estavam previstas quatro sessões de duas aulas geminadas (oito aulas) para cada uma das turmas, observado que as duas primeiras e as duas últimas seriam semelhantes para os três anos no Ensino Médio. Para cada turma desenvolvemos um roteiro de conteúdos que se atrelavam à problemática e desencadeavam discussões a respeito do tratamento de efluentes, da recuperação de danos, das características das barragens de rejeitos e dos principais impactos causados à saúde da população.

As primeiras aulas de todas as sequências eram voltadas à sensibilização em relação ao tema, valendo-nos de textos e documentários para relacionar as consequências dos rompimentos das barragens a aspectos sociais, econômicos e ambientais deles decorrentes. Para o primeiro ano selecionamos alguns conceitos a respeito de soluções, misturas e suas composições e, para dar continuidade às discussões, pontuamos aspectos relacionados à contaminação do solo e das águas pelos sedimentos das barragens e aos processos para recuperação e despoluição desses efluentes. No segundo ano, seriam trabalhadas as principais propriedades físico-químicas da água e a forma como a chegada da lama de rejeitos de minério alterou valores de concentração de metais e íons em água e sedimentos, aumentou a condutividade e a temperatura em alguns locais, e provocou variação do pH e turbidez ao longo de trechos do Rio Doce. Por fim, no terceiro ano as discussões estariam relacionadas aos danos que o aumento da concentração de metais nas águas e nos peixes de consumo traria e/ou trouxe para a saúde da população. Nas últimas aulas, comum a todas as turmas, os alunos fariam uma discussão geral a respeito dos conteúdos e temas levantados durante as aulas e iniciariam a elaboração de um relatório técnico a ser encaminhado a uma das três instâncias estudadas no decorrer do projeto (Ministério Público Federal, Movimento dos Atingidos por Barragens e Vale). A elaboração do relatório seria realizada ao longo de todo o semestre e contaria com uma apresentação final que poderia ser vista por todos os alunos da instituição.

No entanto, com a adoção de estratégias para contenção da pandemia de SARS-COV2 por parte do governo do estado de São Paulo, a aplicação das sequências, que deveria ter iniciado na primeira semana de abril de 2020, foi adiada até o final do primeiro semestre do

mesmo ano, quando optamos por reestruturar o projeto e desenvolver alternativas cabíveis em uma adaptação para o ensino remoto. Além disso, com o início das medidas de distanciamento social não foi possível manter o alinhamento das atividades virtuais com o trabalho dos docentes da escola técnica já vinculada ao projeto. Por esse motivo, entramos em contato com um novo docente, a quem chamaremos de Samuel, também professor de uma escola técnica estadual da cidade de São Paulo, já habituado às pesquisas desenvolvidas pelo grupo, e estabelecemos uma linha de trabalho que articulasse os objetivos de ambas as partes.

Partindo dessa breve descrição do contexto pré-pandemia é possível, então, apresentar como os objetivos do projeto e as atividades vinculadas a ele foram adequados para atingir aos propósitos iniciais da nossa pesquisa. Desse modo, apresentaremos em seguida a segunda fase de desenvolvimento desta pesquisa.

3.1.2. Segunda Fase: construção do Ambiente Virtual de Aprendizagem

Finalizada a fase de organização prosseguimos com a execução da segunda fase da pesquisa, de elaboração/construção do AVA, o que se deu entre o final do ano de 2020 e o início de 2021. De forma geral, apresentamos as sequências já elaboradas ao professor e após algumas reuniões via *Google Meet* chegamos a um consenso sobre os materiais, as atividades e a organização da proposta em ambiente virtual.

Como já foi mencionado, as sequências didáticas planejadas para o ambiente de aulas presenciais seriam desenvolvidas com os alunos dos três anos do Ensino Médio, no entanto, em função das adequações realizadas por conta das mudanças nas condições de trabalho e levando em consideração os cenários possíveis, concordamos em unir as três propostas e trabalhar somente com as turmas do segundo ano do Ensino Médio. Em razão dessas modificações a sequência que havia sido preparada para ser desenvolvida em oito aulas foi adaptada para seis módulos que foram distribuídos em 15 aulas de 50 minutos. O aumento no número de aulas se deu considerando o argumento apresentado pelo professor de que seria necessário um tempo maior para desenvolver os assuntos uma vez que as aulas e as atividades ocorreriam na modalidade remota.

A ideia inicial, que era de trazer somente uma introdução ao problema, não fazia mais sentido nesse novo contexto, motivo pelo qual preferimos desenvolvê-la de forma integral, ou seja, com uma apresentação, discussão e conclusão do problema. Em seguida, essa SD foi adaptada para um Ambiente Virtual de Aprendizagem, substituindo a fase de elaboração de

material didático impresso. O Quadro 2 apresenta a organização dos módulos e atividades que foram desenvolvidos no nosso AVA.

Quadro 2 – Estrutura geral do Ambiente Virtual de Aprendizagem “Impactos da Mineração no Brasil”

Módulos	Conteúdos e atividades	
Módulo I – Impactos da Mineração no Brasil	Livro de conteúdos: consequências da mineração no Brasil	<ul style="list-style-type: none"> ● Atividades de mineração no Brasil; ● Onde Mariana e Brumadinho se encontram; ● Denúncia do MPF (Mariana); ● Crimes previstos na legislação; ● Crime de poluição qualificado.
	Atividades	<ul style="list-style-type: none"> ● Relação entre os rompimentos de Mariana e de Brumadinho; ● Identificação dos responsáveis; ● Fórum para discussão da denúncia feita pelo MPF.
Módulo II – Evidências da Destruição	Livro de conteúdos: trajeto da lama	<ul style="list-style-type: none"> ● Caminho da lama; ● Turbidez da água; ● Análise dos gráficos; ● Metais em água e sedimentos; ● Compreendendo as unidades; ● Impactos em Brumadinho; ● Análise das águas.
	Atividades	<ul style="list-style-type: none"> ● Análise do mapa de contaminação do Rio Doce; ● Estudo das informações presentes nos gráficos; ● Fórum sobre os principais impactos ambientais do rompimento das barragens.
Módulo III – Barragens de Rejeitos de Minério	Livro de conteúdos: barragem de rejeitos	<ul style="list-style-type: none"> ● Modelos de barragens e suas características; ● Denúncia feita pelo MPF – O Estudo de Impacto Ambiental (EIA): a previsão do perigo e da probabilidade; ● Ainda há risco; ● São Sebastião das Águas Claras e Congonhas.
	Atividades	<ul style="list-style-type: none"> ● Motivos que levam à escolha do modelo de barragem; ● Cuidados com barragens do modelo a montante; ● Ações para prevenção de novos rompimentos; ● Análise de reportagens e da probabilidade de novos rompimentos de barragens.
Módulo IV – Propriedades Físico-químicas da Água	Livro de conteúdos: propriedades físico-químicas da água	<ul style="list-style-type: none"> ● Poluição das águas; ● Desestruturação química; ● Crimes associados; ● Relatório de missão emergencial a Brumadinho/MG
	Atividades	<ul style="list-style-type: none"> ● Análise gráfica das mudanças nos parâmetros físico-químicos da água após a passagem da lama; ● Estudo e discussão dos crimes associados; ● Fórum para discussão dos principais impactos sociais, ambientais e econômicos.
Módulo V – Tratamento e	Livro de conteúdos: soluções, misturas e composições	<ul style="list-style-type: none"> ● Trajeto da lama pelo Rio Doce; ● Impactos sociais, econômicos e ambientais;

Remediação dos Impactos		<ul style="list-style-type: none"> ● Contenção de danos e recuperação ambiental; ● Separação de misturas; ● Ações e pesquisa para recuperação dos danos ambientais e sociais do rompimento das barragens; ● Remediação de impactos sociais.
	Atividades	<ul style="list-style-type: none"> ● Proposta para tratamento dos efluentes; ● Discussão sobre os impactos sociais e a segregação das vítimas; ● Fórum sobre as principais medidas de recuperação dos danos ambientais adotadas até o momento.
Módulo VI – Encerramento	Atividades	<ul style="list-style-type: none"> ● Discussão: principais impactos sociais, ambientais e econômicos, identificação dos responsáveis, nomeação do evento (acidente, desastre natural ou crime), medidas de recuperação e contenção dos danos; ● Vídeos sobre as lições ignoradas pela Vale e pelo Governo Estadual nos dois eventos (Mariana e Brumadinho); ● Exibição de uma reportagem sobre atualização dos casos.
Atividade Final	<ul style="list-style-type: none"> ● Elaboração de um relatório técnico a ser endereçado a uma das instituições (Vale, MPF ou MAB) e que deverá trazer informações a respeito das consequências diretas e indiretas desses eventos, apresentando posicionamentos e ações que possam solucionar os problemas já causados e aqueles que podem surgir por conta da implantação inadequada de barragens ou de ações insuficientes de monitoramento. 	

Fonte: os autores.

O primeiro módulo do AVA foi dedicado à problematização e, assim como na sequência desenvolvida para o ambiente presencial, disponibilizamos o documentário “Tão longe, tão perto: onde Brumadinho e Mariana se encontram” e apresentamos trechos da denúncia feita pelo MPF. A ideia, nesse primeiro momento, foi familiarizar os estudantes com o problema que seria desenvolvido durante as aulas, trazer informações de fontes confiáveis que permitissem a eles reconhecer o tema por perspectivas mais aprofundadas e que proporcionasse à turma momentos de discussão sobre a problemática e suas possíveis relações com os aspectos sociais e ambientais. Nesse módulo destacamos os aspectos sociais mais relevantes relacionados ao rompimento das barragens, os principais atingidos e como eles têm lidado com a situação, e de que forma o poder público tem trabalhado para amenizar esses problemas.

Tendo em vista a nova dinâmica, algumas atividades também foram modificadas ou substituídas, de maneira que o debate introdutório, pensado para o ambiente presencial com o objetivo de compreender as ideias iniciais dos alunos a respeito desses eventos, foi substituído pela elaboração de um texto que deveria ser entregue individualmente no AVA. As propostas de discussões sobre os vídeos e os textos lidos em aula foram mantidas, para serem realizados de forma síncrona, via videoconferência, com disponibilização de um espaço (fórum) no

ambiente para troca de ideias e informações sobre o tema. Nos fóruns coletivos os alunos, professores e tutores poderiam interagir de forma assíncrona e, a partir dos registros no *Moodle*, essas interações seriam analisadas posteriormente.

No Módulo II propusemos um estudo sobre os principais rastros deixados pela lama nos rios e proximidades da região. Quando pensamos esse tema tínhamos em mente um estudo investigativo das águas contaminadas, de forma que os alunos iriam analisar em laboratório parâmetros de qualidade e potabilidade dessa água. No entanto, a adaptação para o ambiente virtual exigiu a utilização de dados prontos, disponibilizados na rede. Sendo assim, os recursos de mapas interativos e informativos, que também estavam presentes na antiga SD, assumiram o papel não só de apresentar os dados, mas também de instigar a curiosidade dos alunos a respeito da forma como eles são coletados e tratados e de dar sentido aos conteúdos teóricos que seriam apresentados. Esse módulo traz as atividades de análise de dados de turbidez da água, de concentração de metais em água e sedimentos, e as principais consequências desses valores para a qualidade da água. Nessa perspectiva e a partir de um estudo dos parâmetros que evidenciam a contaminação podemos considerar que os aspectos ambientais (de degradação das águas e dos leitos dos rios) e científicos ganharam destaque nas atividades e discussões desenvolvidas nesse módulo.

O Módulo III aborda questões a respeito das características, vantagens e desvantagens de diferentes modelos de barragens, além de colocar em questionamento os motivos que levam à escolha de um modelo em detrimento de outro. Também estão presentes nesse módulo recortes da denúncia feita pelo MPF que tratava da previsão do perigo e da omissão de informação sobre a instabilidade da barragem de Fundão, em Mariana; reportagens sobre outras barragens ainda em funcionamento e que oferecem o mesmo risco das barragens localizadas em Mariana e Brumadinho; e atividades para reflexão sobre os cuidados que devem ser tomados para prevenção de novos rompimentos. Nesse módulo as atividades procuram articular aspectos sociais, relacionados à previsão do risco e ao conhecimento de barragens na mesmas condições; econômicos, vinculados aos motivos que levam à escolha de um determinado modelo de barragem; ambientais, levando em conta os danos que podem ser causados caso novos rompimentos ocorram; e científicos, considerando toda parte técnica estudada para compreender os modelos de barragens e seu modo de funcionamento.

O Módulo IV discute as propriedades físico-químicas da água e a alteração de diversos fatores importantes para sua qualidade em decorrência da chegada da lama. As atividades giram em torno da análise de gráficos e debates sobre as principais consequências da chegada da lama para as populações que dependiam dos recursos hídricos e sobre crimes que podem ser

associados a esses rompimentos. Com o intuito de articular essas questões, relacionamos os aspectos científico e ambiental, promovendo um estudo sobre os principais conceitos físico-químicos relacionados à água que permitiriam aos estudantes argumentar a respeito de dados que comprovavam a contaminação das águas.

O penúltimo módulo, Módulo V, evidencia os processos de tratamento e remediação dos impactos e destaca como a Química e os processos de separação de misturas podem ser usados nessas atividades. Além disso, pedimos aos alunos que apresentassem estratégias para recuperação de uma área, tomando como referência ações que já tinham sido estudadas durante a SD e que estavam sendo feitas por diferentes entidades e grupos de pesquisa. Nesse módulo o eixo científico ganhou destaque, levando em conta que o estudo dos processos de separação de misturas e das atividades que vinham sendo realizadas para recuperação das áreas atingidas mostraram, de maneira efetiva, o papel da ciência no contexto de crimes ambientais como esses.

Finalmente, no Módulo VI, propusemos retomar as atividades e conteúdos desenvolvidos durante as aulas e fazer uma discussão geral a respeito de todos os aspectos sociocientíficos discutidos no decorrer da proposta. Os vídeos apresentados e a música *Cacimba de Mágua* reforçaram a ideia de finalização da proposta, buscando dar suporte para que os alunos fossem capazes de elaborar o material da atividade final que, mesmo com as adaptações realizadas em função das restrições impostas pela pandemia, não sofreu grandes alterações. A ideia inicial, que era a construção de um relatório técnico que deveria ser endereçado ao MPF, à Vale ou ao Movimento dos atingidos pelas barragens (MAB), foi mantida. No entanto, a apresentação, que antes seria a todo público da instituição escolar, foi substituída por uma gravação que deveria ser enviada ao professor, com o intuito de estimular a criatividade dos alunos na produção de vídeo e analisar, também, os recursos que seriam utilizados para essa produção.

3.1.3. Terceira Fase: formação dos tutores

Com o ambiente finalizado, começamos a estudar as possibilidades de acompanhamento e de auxílio ao professor durante todo curso no AVA. Sabemos que as relações de ensino e aprendizagem mediadas por um ambiente virtual não podem ser equiparadas àquelas que ocorrem em sala de aula, uma vez que a falta de sincronicidade nas discussões realizadas por meio dos fóruns e a impossibilidade de se entregar as atividades diretamente nas mãos dos professores podem fazer com que o aluno se sinta distante do seu objeto de estudo. É nesse cenário que entram os tutores e a terceira fase da pesquisa, sendo eles os principais responsáveis

pela mediação entre o conteúdo ensinado pelo professor e o conhecimento construído pelos estudantes. Na interação com os tutores os alunos puderam tirar suas dúvidas, receber devolutivas para as atividades realizadas e direcionamentos nos fóruns de discussão.

Nesse contexto, ainda na terceira fase da pesquisa, no primeiro semestre de 2021, no período que antecedeu o início das aulas no AVA, realizamos um curso de formação de tutores com alunos da disciplina de Metodologia em Ensino de Química (MEQ) do curso de licenciatura em Química da USP. No primeiro de dois encontros apresentamos a problemática que foi desenvolvida no AVA, a forma como as atividades estavam organizadas, os principais objetivos e as estratégias que seriam utilizadas durante essa aplicação. No segundo encontro direcionamos nossa apresentação para as ferramentas de interação entre alunos e tutores, os instrumentos por meio dos quais elas seriam realizadas, as maneiras de acesso e os principais resultados que poderiam ser obtidos para uma análise futura. Além disso, demos maior atenção para as abordagens dialógicas que podem ocorrer entre ambas as partes (aluno-tutor). Por meio de exemplos discutimos os diálogos entre alunos e tutores em processos de devolutivas de atividades realizadas em AVA, destacamos a importância do conhecimento do contexto da interação, ou seja, em que estágio do curso ela está ocorrendo; quais os temas e conteúdos estão sendo desenvolvidos na interação; qual a dinâmica do diálogo, em outras palavras, se o aluno interage e atende as demandas do tutor; e, por fim, quais os recursos poderiam/podem ser utilizados para auxiliá-lo em seu desenvolvimento (DOTTA; GIORDAN, 2014; GIORDAN, 2003; GIORDAN, 2004; GIORDAN; MELLO, 2000; GIORDAN; MELLO, 2001; GUIMARÃES; GIORDAN, 2011).

O curso teve como principal objetivo preparar os tutores para trabalharem especificamente no AVA organizado para ser ferramenta de estudo desta pesquisa. Abordamos os principais elementos da problemática e as nuances da estrutura do ambiente, mas focamos principalmente em episódios de interação entre tutores e estudantes no intuito de deixar claro para eles o quão primordial é esse contato para formação e desenvolvimento dos alunos no AVA e na sua formação acadêmica.

Depois de finalizadas as ações que antecederam o início das aulas síncronas, passamos à apresentação da quarta e da quinta fase desta pesquisa. Porém, antes de começar a apresentá-las, precisamos esclarecer alguns pontos. Em primeiro lugar, diferentemente do que foi apresentado até esse momento, no qual as etapas da pesquisa, a coleta de dados e as ações de pesquisa estavam evidentemente demarcadas por fase, temos agora ações de pesquisa em comum, ou seja, a quarta e a quinta fase partilham das mesmas ações de pesquisa e por esse motivo a linha tracejada não demarca a separação entre elas. As ações de pesquisa

compartilhadas entre elas estão voltadas às análises que ocorreram durante e após o desenvolvimento das aulas e, por terem procedimentos semelhantes, não fazia sentido separá-las. Outro ponto importante a ser destacado é que alguns dados e/ou informações que são apresentados no Quadro 1 não serão aprofundados neste estudo e, por esse motivo, não serão abordados nas descrições que virão a seguir. Por fim, detalhes específicos dos procedimentos para a coleta de dados serão mais bem discutidos no tópico 2 deste capítulo.

3.1.4. Quarta Fase: execução da sequência didática

Na quarta fase da pesquisa houve a execução da SD, ou seja, o professor da Etec responsável pela turma e por desenvolver o projeto deu início às atividades síncronas no ambiente virtual. As aulas começaram em abril de 2021 e foram até a última semana de junho do mesmo ano. Como já mencionamos, foram 15 aulas distribuídas em nove semanas, gravadas por meio da plataforma *Google Meet* e posteriormente anexadas ao banco de dados do Lapeq, como veremos mais adiante.

Além disso, durante o período de execução da SD os alunos também desenvolveram atividades assíncronas, interagindo com os tutores e produzindo material textual e audiovisual. A coleta desses dados ocorreu de forma concomitante ao seu desenvolvimento e as análises, ainda que feitas de forma parcial, ajudaram nas adaptações que foram realizadas durante o desenvolvimento do projeto.

A análise das aulas foi feita utilizando o *Software NVivo*®³ 10, que além de funcionar como um banco de dados permite categorizar e mapear os registros de acordo com os descritores selecionados, que no caso das nossas análises foram os aspectos sociais, ambientais, econômicos e científicos.

Nossa preocupação inicialmente não era realizar um estudo quantitativo dos resultados encontrados durante as categorizações, mas, sim, investigar o caráter qualitativo por meio da análise das falas, das discussões a respeito do problema e da articulação entre esses aspectos sociocientíficos.

Em sua ampla revisão da literatura sobre a temática sociocientífica, Sadler (2004) identificou como principais fundamentos de investigação o estudo das relações entre a natureza da ciência e o processo de tomada de decisão, a análise de informações veiculadas por diferentes

³ O *NVivo*® 10 é um *software* da empresa QSR desenvolvido para reunir, organizar e analisar dados de pesquisas qualitativas e quantitativas. Fonte: <http://www.qsrinternational.com>

meios de comunicação, a influência do conhecimento conceitual no raciocínio informal, e a avaliação da construção e do desenvolvimento da argumentação. Assim, buscamos delimitar quais sentidos foram atribuídos pelos alunos aos aspectos sociocientíficos desenvolvidos durante a execução da SD, quais os temas mais frequentes e, principalmente, qual a natureza das contradições implícitas nas falas, analisando e categorizando os diálogos presentes nos materiais de vídeo.

A compreensão da natureza da ciência é fundamental para que o aluno reconheça suas implicações sociais, ambientais e econômicas. Nesse sentido, construir uma visão crítica de ciência é indispensável para incentivar discussões que desfaçam o mito do cientificismo e consolidem a ciência e seus produtos como socialmente construídos (SANTOS; MORTIMER, 2002). Nesse cenário a abordagem das QSC favorece o desenvolvimento de competências relacionadas ao saber científico.

A problematização e as discussões envolvendo questões controversas permitem que dimensões sociológicas, políticas, éticas, morais e econômicas sejam trazidas para a sala de aula e sejam articuladas com os conhecimentos específicos das ciências. Em nossa pesquisa, consideramos Científicos todos os aspectos relativos ao estudo dos conceitos específicos da Química, como a separação de misturas, as propriedades da água, as propriedades dos metais, a recuperação de áreas atingidas, as análises físico-químicas das águas dos rios atingidos pela lama, e também aspectos da ciência dos metais presentes nos rejeitos de minério. Além disso, consideramos as discussões a respeito de parâmetros técnicos do monitoramento e cuidado com as barragens, tendo em vista seu caráter tecnológico e científico. Os exemplos aqui citados foram alguns dos temas levantados durante as aulas e fizeram parte da categorização dos aspectos Científicos. Portanto, a categoria Científico diz respeito aos conceitos científicos escolares da Química e de outros campos de conhecimento necessários para dimensionar e propor soluções para o problema.

A discussão de questões sociais, problemas contemporâneos e situações concretas, intrínsecas aos assuntos que permeiam as salas de aula, oferece um amplo potencial educacional. O caso das barragens possibilitou que questões de trabalho, saúde, habitação, renda e diversos outros assuntos fossem discutidos, não só a respeito das vidas que foram perdidas, mas também em relação ao transtorno individual e coletivo que seu rompimento ocasionou, temas esses que neste projeto foram classificados sob o aspecto Social. Portanto, a categoria Social diz respeito aos eventos, situações e vivências dos grupos sociais e pessoas atingidas, direta e indiretamente pelos rompimentos das barragens, necessários para dimensionar e propor soluções para o problema.

Ainda tratando da categorização, partindo do princípio de que o ambiente é um sistema complexo e que envolve diferentes sujeitos, espaços e organizações sociais optamos por, nesse primeiro momento, categorizar como aspecto Ambiental somente os momentos de fala nos quais os alunos ou o professor se referiam especificamente às influências do ser humano sobre o mundo natural e suas intervenções sobre as construções sociais. Nesse sentido, categorizamos momentos de fala nos quais foram discutidos os impactos causados pela lama à fauna e à flora da região, as estratégias para a recuperação das áreas atingidas e também a probabilidade de os recursos naturais voltarem às suas condições de origem. Assim como os outros aspectos que serão e/ou foram apresentados, dificilmente observamos momentos nos quais somente o aspecto ambiental foi tratado, uma vez que na maior parte do tempo ele foi associado a outros elementos de análise.

Antes de trazer as características que nos fizeram classificar os momentos de fala no aspecto Econômico, entendemos que é preciso deixar claro que não só as práticas educativas, mas também o conhecimento e o desenvolvimento científico/tecnológico estão intimamente atrelados às dimensões econômicas. Em outros termos, tanto a escolha de um objeto de pesquisa pelo pesquisador quanto a produção do material final envolvem discussões econômicas que refletem e privilegiam, na maioria das vezes, interesses lucrativos associados às práticas do mercado global, à mercantilização, ao individualismo e, por fim, ao favorecimento do sistema capitalista (ROSA; AULER, 2016).

Corroborando esses autores, no decorrer do trabalho observamos que as ações que antecederam e sucederam o rompimento das barragens estão, em sua maioria, ligadas ao capital econômico de grandes nomes do mercado de exploração de minério. Dessa forma a escolha das barragens, os gastos com sua manutenção, o uso de mão de obra qualificada, o pagamento de indenizações e os gastos para recuperação das áreas atingidas foram assuntos discutidos durante as aulas, pontos de vista que neste trabalho foram categorizados como aspecto Econômico.

Finalizando a categorização dos momentos de fala das aulas e as análises mesmo que parciais das estratégias de interação e da construção do problema no AVA, passamos à quinta fase da pesquisa, na qual realizamos as entrevistas, que serão melhor apresentadas e discutidas na seção que virá a seguir.

3.1.5. Quinta Fase: avaliação da execução sequência didática

A quinta e última fase desta pesquisa consistiu na avaliação da SD por parte da pesquisadora e também dos sujeitos que participaram do projeto. Após finalizadas as aulas e

entregues as atividades no AVA, organizamos o material e iniciamos uma análise geral dos dados. Mesmo que algumas análises já tivessem sido iniciadas na fase anterior, nesse momento organizamos o material de forma que conseguíssemos elaborar as entrevistas que seriam realizadas com o professor, os estudantes e os tutores.

Além disso, organizamos um documento com todas as interações mediadas pelo ambiente virtual, concordando em separá-las de acordo com os módulos, as questões, os tutores e os alunos correspondentes. Essa organização nos possibilitou estudar as interações de uma forma ampla, de maneira que pesquisando por um sujeito ou tutor foi possível encontrar padrões e estratégias que serão mais bem discutidas e apresentadas nos capítulos 4 e 5, nos quais discutimos os resultados.

O estudo do relatório técnico, trabalho final dos estudantes, foi feito considerando as quatro fases de elaboração, ou seja, o esboço do trabalho, a reunião de orientação, a entrega final e a apresentação em vídeo. Por conta de fatores relacionados à dimensão deste projeto optamos por apresentar no capítulo dos resultados somente uma comparação entre dois dos cinco trabalhos entregues pelos estudantes.

Mais detalhes sobre os procedimentos metodológicos, a coleta de dados em AVA, a caracterização dos estudantes e os roteiros de entrevista e estratégias para seleção dos sujeitos serão apresentados no tópico a seguir.

3.2. Procedimentos metodológicos para coleta de dados

Os procedimentos metodológicos para coleta de dados tiveram início simultaneamente com a construção do AVA. As ferramentas disponíveis no ambiente virtual nos permitiram selecionar antecipadamente os instrumentos de interesse para gestão e organização das atividades realizadas pelos alunos e tutores na plataforma. Dentre as ferramentas disponíveis selecionamos aquelas que apresentavam o registro de participação e do tempo de dedicação dos alunos ao curso, ou seja, a partir de tabelas de acesso conseguimos verificar o tempo que cada um dos estudantes ficou conectado à plataforma, quais os dias de acesso e por quais atividades ele navegou. Outra ferramenta também utilizada neste projeto foi a de acompanhamento das atividades, com a qual podíamos observar quais alunos haviam entregado determinada tarefa, se ela havia sido avaliada pelo tutor e quais atividades ainda estavam pendentes no conjunto disponível.

A entrega das atividades poderia ser realizada de duas formas. Na primeira o aluno poderia registrar sua resposta no próprio ambiente, na forma de texto *on-line*, e na segunda opção ele poderia enviar arquivos em formato PDF ou DOC, embora, para facilitar as interações com os tutores, só tenhamos disponibilizado o envio de arquivos em atividades que exigiam a elaboração de gráficos ou tabelas e na entrega do relatório final. As interações assíncronas com os tutores também eram feitas exclusivamente pela plataforma, de modo que em cada uma das respostas para as questões os tutores poderiam registrar comentários que podiam, ou não, ser respondidos pelos alunos, gerando uma interação. Além disso, outras ferramentas como *chat* privado também foram utilizadas pelos alunos e tutores para interações mais gerais que não tinham a ver com problemas específicos da proposta, a exemplo de dificuldades diversas relacionadas ao AVA ou outras questões. Todos os dados gerados pelas respostas e interações foram salvos na plataforma e podem ser acessados sempre que necessário.

A caracterização dos estudantes que participaram deste projeto foi realizada por meio de um questionário sociocultural elaborado com base na adaptação de diferentes instrumentos (GOMES, 2020; INSTITUTO DE COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM SAÚDE – FIOCRUZ, 2020). Nosso instrumento, que pode ser visto no Apêndice B, é composto por 23 questões que estão divididas em quatro segmentos: no primeiro fizemos uma caracterização geral, identificando o perfil socioeconômico, local de residência, capacidade de acesso à informação e condição de trabalho antes e durante a pandemia; no segundo centralizamos nossas questões nas atividades escolares durante a pandemia, investigando a frequência de atividades, o acompanhamento por parte do aluno e as principais dificuldades encontradas; no terceiro segmento as perguntas estavam direcionadas ao uso das tecnologias digitais e ao acesso à *internet*; e, por último, no quarto segmento investigamos as experiências *on-line*, com propósitos acadêmicos, antes e durante a pandemia.

Após a aplicação da sequência didática realizamos entrevistas com o professor responsável, com alguns alunos e com tutores específicos para compreendermos a relação dos sujeitos com o desenvolvimento do problema e investigarmos aspectos característicos da dinâmica das interações síncronas, como nas aulas, e das assíncronas, mediadas pelo ambiente virtual. Cada uma das entrevistas tinha um objetivo específico e, a depender do sujeito, traziam questões orientadas para sua prática ou desenvolvimento no AVA.

A entrevista realizada com o professor contou com quatro momentos específicos, que serão aqui descritos e que podem também ser visualizados no Apêndice C. Em um primeiro momento perguntamos sobre aspectos da sua formação inicial e continuada, sua relação com a instituição onde ocorreu essa pesquisa e as adaptações realizadas em sua prática como

consequências da chegada da pandemia. Em seguida perguntamos sobre a familiaridade do docente com as questões sociocientíficas, as principais potencialidades e limitações do uso dessas questões em sua prática em sala de aula, e os principais temas relacionados à Ciência, Tecnologia e Sociedade que despertavam seu interesse. Também trouxemos uma seção específica para tratar do problema desenvolvido neste projeto, na qual perguntamos ao professor qual era sua visão do problema das barragens antes do início da SD, quais as principais dificuldades encontradas para trabalhar esse tema e como as atividades desenvolvidas contribuíram para a realização deste projeto. Por fim, investigamos como o AVA pode ter influenciado sua prática e pedimos a ele que apresentasse suas considerações sobre o trabalho desenvolvido.

Para a entrevista com os estudantes, elaboramos uma tabela para auxiliar na seleção dos entrevistados. No Quadro 3 podemos observar os principais elementos considerados nessa seleção. Primeiro, procuramos selecionar um aluno de cada grupo, no entanto, como alguns grupos tiveram pouca ou nenhuma participação, chegamos a um número de seis alunos, de cinco grupos diferentes. A participação dos alunos em aula e os momentos de interação síncrona com o professor e colegas também foram pontos determinantes para a escolha dos sujeitos. Analisamos o tempo de dedicação do aluno ao curso desde o primeiro até o último dia de funcionamento do AVA e, nesse aspecto, consideramos a ferramenta que mede o tempo que o sujeito ficou conectado ao ambiente. Também levamos em conta a entrega das atividades e a frequência de interações com os tutores e também a entrega do trabalho final.

Selecionamos sujeitos com características diferentes, tendo em conta que alguns dos alunos participavam ativamente tanto das interações síncronas, quanto das assíncronas, enquanto outros, apesar de participarem das aulas, não interagiam com os tutores, e outros ainda, que ao contrário desses, participavam ativamente no AVA, mas permaneciam calados nas aulas. A ideia era analisar perfis diferentes que tivessem desenvolvido a proposta de maneira integral e comprometida. As perguntas dessa entrevista foram divididas em três etapas: em um primeiro momento realizamos uma caracterização geral, com questões sobre a escolha do curso e da instituição, e investigamos a familiaridade desses alunos com as questões sociocientíficas em geral e com o problema das barragens; em seguida, trouxemos questões sobre o AVA e sobre a influência das ferramentas utilizadas para o desenvolvimento deste projeto nas atividades de estudo desses alunos. Na segunda seção, trouxemos questões específicas sobre a atuação de cada um desses alunos nas aulas síncronas, nas interações no AVA e na realização do relatório final. Por fim, encerramos a entrevista com questionamentos

gerais sobre o projeto e a influência da pandemia nas atividades escolares. O Quadro 3, a seguir, apresenta os critérios utilizados para seleção dos sujeitos.

Quadro 3 – Elementos para seleção dos sujeitos

Seleção de sujeitos para entrevista						
Grupo	Alunos	Presença %/ momentos de fala	Dedicação ao curso (26/04 – 30/06)	Entrega das atividades	Interações com os tutores A/T	Trabalho final

Fonte: os autores.

A seleção dos tutores a serem entrevistados ocorreu de forma mais simples, quando comparada aos estudantes, de maneira que optamos por conversar com somente dois tutores, tendo em vista as interações analisadas no AVA e os resultados obtidos com as entrevistas dos estudantes. Elaboramos um roteiro de entrevista com quatro seções, a saber: na primeira, investigamos as experiências prévias com a docência e o uso de questões sociocientíficas para o ensino e aprendizagem dos conceitos da ciência; na segunda seção questionamos a respeito do trabalho no AVA e das interações com os estudantes; na terceira seção focamos em aspectos individuais das interações de cada tutor; e na quarta seção foram avaliados aspectos relativos à participação em projetos da mesma natureza e ao uso de QSC e AVA em sua prática docente.

Entendendo os procedimentos metodológicos para a coleta de dados, podemos agora descrever o campo de pesquisa no qual o projeto foi desenvolvido e caracterizar, de forma sucinta, o professor e os alunos envolvidos nesta pesquisa.

3.3. Caracterização dos sujeitos e do campo de pesquisa

As atividades relacionadas a esta pesquisa foram desenvolvidas com alunos do segundo ano do Ensino Médio de uma escola técnica do Estado de São Paulo. A instituição pertence a um conjunto de escolas técnicas estaduais administradas pelo Centro Paula Souza e oferece cursos técnicos de Contabilidade, Nutrição e Dietética, Segurança do Trabalho e Química.

Como já mencionado, ao longo do desenvolvimento das atividades da SD acompanhamos o trabalho do professor de Química Samuel. Samuel é formado em Licenciatura e Bacharelado em Química pela Faculdade Oswaldo Cruz (FOC), localizada em São Paulo. Em sua trajetória possui mais de 20 anos de carreira docente, com atuação em escolas da rede estadual e privada e, desde 2014, vem atuando somente na escola técnica na qual este trabalho foi desenvolvido. cursou Mestrado e Doutorado em Química Analítica pouco tempo após sua

graduação e, no ano de 2020, por conta da pandemia e das adaptações realizadas no contexto escolar, fez alguns cursos *on-line* com o objetivo de melhorar sua prática e trazer novas ferramentas para suas aulas.

Com relação ao problema sociocientífico abordado durante as aulas, o professor disse que já conhecia o tema, devido a sua ampla divulgação pela mídia, mas que nunca havia trabalhado com ele em sala de aula e que considerava a proposta e a estratégia muito interessantes.

3.3.1. Caracterização dos alunos

Antes do início da SD solicitamos que os estudantes do 2º ano do Ensino Médio que fariam parte desta pesquisa respondessem a um questionário socioeconômico e descritivo. O link de acesso ao formulário foi disponibilizado a eles por *e-mail*, no grupo de alunos da plataforma *Teams* (de uso exclusivo da instituição Etec) e também na primeira página do curso, na plataforma de atividades do Lapeq. Ao todo foram 24 respostas, mesma quantidade de participantes das aulas síncronas. Os dados obtidos foram organizados e tratados e serão apresentados nas tabelas e textos presentes neste capítulo.

As perguntas iniciais do questionário tinham o intuito de montar um perfil mais geral a respeito de cada um dos estudantes, solicitando informações como cidade onde residem, seu gênero, idade e cor/raça. Em seguida também apresentamos algumas questões de caráter socioeconômico como escolaridade da mãe, número de pessoas que residem na mesma casa e renda total da família. As respostas para essas perguntas estão organizadas no Quadro 4:

Quadro 4 – Elementos de caracterização do perfil dos estudantes

Elementos de caracterização do perfil		Nº de alunos
Cidade de origem	Carapicuíba	4
	Itapevi	1
	Jandira	1
	São Paulo (Capital)	5
	Osasco	13
Gênero	Feminino	10
	Masculino	13
	Preferiu não responder	1
Idade	15 anos	2
	16 anos	19

	17 anos	3
Cor ou raça	Branca	16
	Parda	7
	Não soube responder	1
Número de pessoas que residem na mesma casa	1	2
	2	8
	3	6
	4	4
	5	3
	6	1
Escolaridade da mãe	Ensino fundamental: 1º ao 5º ano (1ª a 4ª série)	1
	Ensino fundamental: 6º ao 9º ano (5ª a 8ª série)	3
	Ensino Médio	12
	Ensino Superior – Graduação	1
	Pós-graduação	7
Renda total da família	Até 1,5 salário mínimo (até R\$1.650,00)	1
	De 1,5 até 3 salários mínimos (de R\$1.650,01 até R\$ 3.300,00)	13
	De 3 a 4,5 salários mínimos (R\$3.300,01 a R\$ 4.950,00)	9
	De 6 a 10 salários mínimos (R\$ 6.600,01 a R\$ 11.000,00)	1

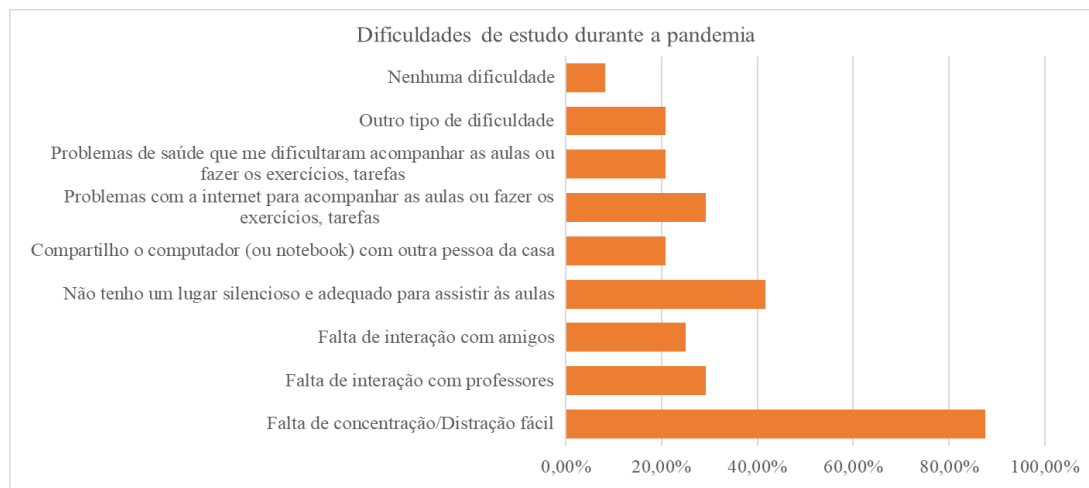
Fonte: dados da pesquisa.

Na seção seguinte direcionamos nossa investigação para aspectos relacionados à forma como a pandemia e o ensino remoto poderiam/podem ter influenciado nas atividades de estudo de cada um deles. Em um primeiro momento buscamos saber se, por conta da pandemia, os alunos tiveram que assumir responsabilidades financeiras e auxiliar nas contas da casa, questão essa desdobrada em duas perguntas: se eles possuíam algum tipo de atividade remunerada antes da pandemia, e se eles tiveram que trabalhar durante ou após a pandemia. Na primeira questão 100% dos alunos afirmaram que não tinham trabalho antes da pandemia, enquanto em relação à segunda questão dois alunos responderam que sim, que haviam iniciado algum tipo de trabalho após a pandemia.

As perguntas seguintes trouxeram informações sobre como eles e sua escola haviam se adaptado às atividades remotas. Todos os alunos confirmaram ter tido atividades e aulas virtuais durante o período de distanciamento social, sendo que um dos alunos que participou da pesquisa assinalou que teve dificuldades em acompanhar o ritmo devido às necessidades de trabalho e auxílio nas tarefas domésticas. Em relação ao tempo dedicado aos estudos, 83% dos alunos (20)

afirmaram passar cinco ou mais horas por dia realizando as atividades escolares, enquanto 17% (4) passam em torno de quatro a cinco horas diárias envolvidos com as tarefas. Em relação às dificuldades de estudo enfrentadas durante a pandemia, os alunos puderam escolher entre uma série de opções e o Gráfico 1 apresenta o percentual de cada uma dessas escolhas.

Gráfico 1 – Dificuldades de estudo enfrentadas durante a pandemia



Fonte: dados da pesquisa.

Perguntamos em seguida se as aulas *on-line* foram suficientes para a compreensão dos conteúdos e a realização dos exercícios e/ou avaliações extraclasse, e apenas um aluno afirmou que as aulas foram suficientes para entender e realizar todas as atividades fora do período de aula, enquanto 15 deles afirmaram que as aulas foram suficientes para realizar quase todas as atividades e oito assinalaram que entenderam somente um pouco das aulas, o que não permitiu a realização de todas as atividades. Por fim, investigamos a participação dos pais ou familiares na realização das tarefas escolares: mais da metade dos alunos (13) afirmou nunca ter solicitado a ajuda deles para realização de suas tarefas, enquanto os demais (11) disseram ter pedido auxílio dos familiares poucas vezes.

Também investigamos aspectos referentes às possibilidades de acesso às redes e tecnologias digitais durante a pandemia, principalmente no que diz respeito ao seu uso para fins educativos e para realização de atividades escolares. Por meio dessas perguntas verificamos que todos os alunos possuíam acesso à *internet* e tinham aparelhos celulares, e que somente um dos alunos não dispunha de computador ou *notebook* em sua residência. Ainda, no que diz respeito às principais interações em ambiente virtual, foi possível observar um aumento expressivo em praticamente todas as atividades, dentre elas, mensagens de texto (*WhatsApp* e outros), comentários em notícias e *blogs*, participação em fóruns de discussão, consumo de *podcasts* (*Spotify* e outros) e vídeos (*YouTube* e outros).

Essa investigação prévia possibilitou, em um primeiro momento, conhecer o perfil dos estudantes e entender o tipo de público que acessaria e realizaria as atividades presentes na plataforma de ensino virtual. Além disso, verificamos de que maneira a pandemia teria influenciado nas atividades de estudo, quais as principais adaptações realizadas por conta do distanciamento social e como os alunos lidavam com as atividades e aulas de forma remota em caráter emergencial. Dessa forma, conhecer as formas e possibilidades de acesso aos meios e ferramentas digitais nos garantiu certa tranquilidade em relação à expectativa de acesso e execução das atividades em AVA.

3.4. Plano de coleta, gestão e análise de dados

A base de dados, com servidor de apoio para a gestão dos dados deste projeto, foi construída a partir de um *software* de Automação de Bibliotecas e Centros de Documentação (ABCD) desenvolvido pelo Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (Bireme/Opas/OMS). O ABCD é um aplicativo amplamente utilizado para o compartilhamento de informações da área de saúde, e também vem sendo utilizado para estruturar bibliotecas *on-line* em diversas áreas de interesse (educação, artes, políticas públicas). O aplicativo foi desenvolvido em código aberto e possui três principais ambientes de trabalho: a central para administração da plataforma e operação da base de dados; o *site* para pesquisa de dados registrados; e um ambiente de edição para inclusão de informações e configuração de bases de dados no *site* de buscas.

Os registros coletados durante o desenvolvimento do AVA foram distribuídos e organizados em arquivos na plataforma ABCD. Esses arquivos foram sistematizados em pastas de dados seguindo sempre as orientações, modelos e padrões já utilizados pelo grupo de pesquisa, garantindo a padronização e permitindo a rápida localização dos dados.

Os primeiros arquivos que compõem essa plataforma são as sequências didáticas e os materiais de apoio ao aluno. No caso deste projeto, esses documentos não foram utilizados especificamente pelos participantes da pesquisa, uma vez que a SD foi desenvolvida diretamente no AVA. Entendemos ser importante adicionar cada um desses documentos à base de dados da pesquisa, considerando que foi a partir de cada um deles que o ambiente foi elaborado e que os textos, as atividades e a organização dos módulos levaram em conta cada informação presente nas SDs e nos materiais de apoio.

Para participar da pesquisa, os estudantes, os tutores e o professor responsável pela disciplina assinaram os termos de consentimento e assentimento livre e esclarecido, cujos

modelos estão disponíveis nos apêndices D e E. Essas assinaturas também são elementos importantes e que devem constar no banco de dados para que a pesquisa seja desenvolvida e divulgada de acordo com as normas da instituição e dos PPG. Devido às atuais condições do projeto, a coleta de assinaturas foi realizada por meio de formulários *Google*. Nesses formulários os responsáveis e os alunos puderam ter acesso aos conteúdos do projeto, às atividades que seriam desenvolvidas e ao formato da coleta de dados e puderam definir se aceitariam, ou não, participar da pesquisa. Obtivemos 24 respostas positivas, de responsáveis e alunos, e nenhuma resposta negativa.

Além disso, também adicionamos ao banco de dados os registros presentes nos diários de campo do pesquisador e dos tutores que acompanharam as aulas e os alunos no AVA. O diário foi uma ferramenta que serviu para anotação de situações de interesse para a pesquisa, para organizar informações sobre o registro audiovisual e questões a respeito do desenvolvimento dos alunos nas atividades no AVA. Apesar de as informações presentes nos diários serem de ordem pessoal, no que diz respeito à pesquisa envolvendo interações elas auxiliam a pesquisadora na compreensão do contexto no qual cada situação ocorreu.

Como já foi mencionado, as aulas síncronas remotas foram gravadas pela pesquisadora por meio da plataforma *Google Meet*, e o vídeo foi adicionado ao repositório de dados.

A plataforma *Moodle*, na qual elaboramos o nosso AVA, possui uma série de recursos que nos permitiram acompanhar as atividades desenvolvidas e o progresso dos estudantes ao longo do curso. O *Badiu* foi um dos principais *plug-ins* utilizados para geração de relatórios que também compuseram nosso banco de dados, são eles: relatórios de engajamento dos estudantes e de envolvimento dos tutores, e relatórios com históricos de acesso e de entrega de atividades. Além disso, por meio de outros *plug-ins* foi possível gerar gráficos de nota, relatórios das atividades executadas e das visualizações realizadas pelos estudantes a qualquer uma das páginas do curso.

Com o *Forum Graph*, outro recurso que nos gerou material para compor o banco de dados, analisamos as discussões criadas nos fóruns, o número de participantes ativos, a quantidade de respostas, e pudemos identificar os participantes com maior destaque.

Além disso, organizamos as atividades enviadas pelos estudantes em função do contexto de entrega, ou seja, separamos as entregas por módulo e atividade e adicionamos também todas as interações delas decorrentes. Por fim, mas não menos importante, organizamos as entrevistas separando os roteiros, as gravações e as transcrições em pastas específicas que compuseram a plataforma de organização dos dados.

O plano de gestão de dados nos permitiu organizar as análises de forma que fosse possível selecionar os principais resultados e, a partir dos nossos referenciais teóricos, traçar uma trajetória para responder a nosso problema de pesquisa. Desse modo, os capítulos que virão a seguir trazem, em sequência, uma análise geral dos principais dados coletados e discussões a respeito do problema desta pesquisa. Nos capítulos 4 e 5 apresentamos os principais resultados coletados durante as fases iniciais da pesquisa, apresentadas no Quadro 1, e organizamos e descrevemos os registros audiovisuais, as interações em AVA e as produções textuais, sempre que possível fazendo comentários que permitam ao leitor identificar traços do objetivo desta pesquisa. Ao final do Capítulo 4 trazemos uma breve apresentação das entrevistas realizadas com os tutores. Já no Capítulo 5 aprofundamos nossas discussões buscando identificar a relação existente entre os resultados apresentados e os referenciais teóricos adotados para esta pesquisa, e também de que maneira esses resultados nos auxiliam na compreensão do problema.

Capítulo 4 – Levantamento de dados e análises parciais do desenvolvimento da pesquisa

Uma vez apresentados os processos de produção do ambiente virtual que serviu para o desenvolvimento da sequência e das etapas de coleta de dados vamos, agora, explorar alguns dos principais dados empíricos da pesquisa, relacionando as proposições teóricas apresentadas nos capítulos 1 e 2 com os processos de construção do problema conduzidos ao longo das aulas, as atividades desenvolvidas no AVA e as entrevistas com os tutores. Para isso, dividimos este capítulo em três seções: na primeira abordaremos as aulas síncronas, realizadas via *Google Meet*, identificando como os aspectos sociocientíficos foram articulados ao problema, analisando alguns episódios de diálogos e discussões entre os estudantes e o professor que ocorreram durante as aulas; na segunda, serão apresentados os procedimentos metodológicos que levaram à elaboração do relatório técnico, sendo eles: a entrega do esboço, a orientação com os tutores e a análise do trabalho final, apresentado em formato de material escrito e em vídeo; e na terceira seção traremos uma análise geral das entrevistas realizadas com os tutores, indicando como e porque alguns dados foram omitidos neste capítulo e reconduzidos ao Capítulo 5.

4.1. Aspectos sociocientíficos articulados ao longo das aulas

Por se tratar de um contexto de aulas *on-line*, como já foi apresentado, os encontros síncronos foram gravados por meio da plataforma audiovisual do *Google Meet* e as informações foram armazenadas em um banco de dados para análises posteriores. Inicialmente dividimos os módulos por aula levando em conta as orientações do professor responsável e o tempo estimado para aplicação de cada um deles, no entanto percebemos que ao longo das atividades alguns tópicos exigiam um tempo maior do que o previsto, de maneira que resolvemos adequar as datas e reorganizar o calendário para que todo projeto fosse desenvolvido integralmente. A quantidade de aulas para cada um dos módulos e as datas nas quais eles foram desenvolvidos estão apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Número de aulas e datas de desenvolvimento para cada um dos módulos

Módulos	Datas	Número de aulas
Módulo 1 – Introdução	26/04 a 03/05	3
Módulo 2 – Evidências da destruição	10/05 e 14/05	2
Módulo 3 – Barragens de rejeitos	17/05 a 24/05	3
Módulo 4 – Propriedades físico-químicas da água	28/05 e 07/06	2
Módulo 5 – Tratamento e remediação dos impactos	07/06 e 11/06	2
Módulo 6 – Encerramento	14/06 e 18/06	2
Atividade final	25/06	1

Fonte: dados da pesquisa.











Cada uma das aulas tinha uma duração média de 50 minutos. Ao analisar as gravações, percebemos que os primeiros dez minutos de aula eram destinados à chegada dos alunos, esclarecimentos sobre o AVA, entregas de atividades e organização do professor. Nos 40 minutos restantes o docente trabalhava com os textos e vídeos presentes na plataforma, intercalando a leitura entre os alunos e fazendo comentários a cada parágrafo ou ponto específico de relevância para discussões. Os vídeos também eram reproduzidos durante a aula e ao final, professor e alunos faziam comentários sobre pontos específicos, inclusive estabelecendo relações entre as informações mostradas no vídeo, o problema e os textos.

Nos Quadros de 7 a 18, que serão apresentados a seguir, transcrevemos algumas falas dos estudantes durante o desenvolvimento dos módulos, tendo em vista o contexto no qual cada uma delas ocorreu. Separamos os quadros em turnos de fala; tempo de vídeo; sujeito da fala, observado que os alunos tiveram seus nomes alterados para manter a confidência dos dados; e diálogos proferidos durante o tempo de aula. A partir desses recortes poderemos verificar como se evidenciaram as articulações entre os aspectos científicos, sociais, ambientais e econômicos que permearam as discussões sobre o problema central. A intenção aqui é analisar em que medida os aspectos sociocientíficos foram articulados e como o problema, sob a perspectiva dos nossos referenciais teóricos, contribuiu para a orientação das discussões.

Para amparar nossas discussões elaboramos um quadro com legendas coloridas de todos os aspectos sociocientíficos, classificando-os como simples, quando aparecem de forma isolada, e compostos, quando aparecem associados a um outro aspecto. Mesmo reconhecendo sua presença, eventuais associações entre três ou quatro aspectos não foram consideradas nesta

pesquisa. No Quadro 6 compilamos o conjunto de todas as categorias de análise e suas respectivas cores.

Quadro 6 – Legenda para as categorias dos aspectos sociocientíficos analisados

Aspectos sociocientíficos	
Simples	Compostos
 Social	 Social + Ambiental
 Econômico	 Social + Econômico
 Ambiental	 Econômico + Ambiental
 Científico	 Científico + Ambiental
	 Social + Científico
	 Científico + Econômico

Fonte: os autores.









Tendo em vista a organização da proposta, todos os módulos trouxeram, em alguma medida, aspectos do problema sociocientífico. Por exemplo, na introdução apresentamos o rompimento das barragens localizadas em Mariana e Brumadinho, seus principais impactos para sociedade e o meio ambiente e, além disso, trouxemos trechos da denúncia feita pelo MPF e os principais crimes associados a esses dois eventos. Apesar do tamanho reduzido dos textos e do vídeo, cujo tempo de duração tinha pouco mais de cinco minutos, esse módulo demandou três aulas para ser desenvolvido completamente. As primeiras aulas possibilitaram um reconhecimento geral do problema, suscitando discussões a respeito dos principais responsáveis, dos impactos causados ao meio ambiente e à população, bem como quais medidas judiciais, sociais e ambientais vinham sendo adotadas para recuperação e minimização dos danos causados. O Quadro 7, apresentado a seguir, traz um diálogo de três alunos com o professor que ocorreu durante o primeiro módulo de atividades do AVA e no Quadro 8 temos uma legenda para os aspectos sociocientíficos a ele associados.

Quadro 7 – Aspectos sociocientíficos destacados em cores e sublinhado. Interação do Módulo I

Turno	Tempo	Sujeito	Diálogos/Recortes de falas
1	[00:16:09]	Cida	Ah professor, eu acho que <u>tem muito também a questão do monitoramento</u> , né?, porque aqui fala que tipo ‘ah as vítimas é...’ cadê? ‘As que perderam sua vida elas não imaginavam que estavam no caminho da lama’, né?, então, tipo, <u>elas estavam vivendo uma vida normal, nunca imaginavam que ia acontecer tudo aquilo, né?! E eu acho que a questão do monitoramento, assim, se tivesse sido assim, mais monitorado e, talvez, se eles tivessem visto que ia acontecer e avisado a população de lá talvez não tivesse sido tanto estrago quanto foi, né?!</u>
2	[00:16:43]	Professor	Sim, sim, sim...
3	[00:16:44]	Gael	Professor, e a legislação também faz vista grossa, né?, professor, <u>porque eles ganham em cima dessas empresas, né?, professor, não ganham em cima da população.</u>
4	[00:16:54]	Professor	É... isso mesmo, as observações de vocês... oh... muito ricas, muito obrigada por essas... essas... essa contribuição, realmente... é... bom... pode falar, pode falar...
5	[00:17:09]	Raquel	Então, também tem aquilo que <u>o povo faz vista grossa pensando ‘ah isso nunca vai acontecer’, então...</u>
6	[00:17:20]	Professor	Nunca vai acontecer e de repente o resultado foi o que a gente viu, né?! Muito bem, Cida, Gael e Raquel. Então, essa parte aqui eu gostaria de colocar uma marcação, assim, um destaque bem grande, exatamente por conta disso, né?! Até tem uma frase, ela é uma frase do Gandhi, o Gandhi foi um grande pacifista que o planeta conheceu, ele dizia algo mais ou menos assim: <u>‘a terra é capaz de gerar tudo aqui que a humanidade precisa, agora ela não é capaz de gerar tudo aquilo que a humanidade cobiça’</u> . Ele disse algo mais ou menos assim, então esse pensamento ele mostra mesmo a visão de alguém bem evoluído e preocupado, né? <u>Nós precisamos da exploração do meio ambiente, mas de forma mais racional</u> , vamos dizer assim, né?, <u>e quando parece que vai mexer no lucro de certos poderosos é... eles se transformam completamente em seres é... intolerantes e não estão de acordo em ouvir certas opiniões, de acordo com mudanças de produção, de formas de produção, então aí a gente vê quem é o selvagem de verdade, né?, nessa hora, né?, que vai mexer com certos poderosos.</u>

Fonte: dados da pesquisa

Quadro 8 – Legenda para os aspectos sociocientíficos destacados no Quadro 7

Aspectos sociocientíficos	
Simples	Compostos
 Social	 Social + Ambiental
 Econômico	 Social + Econômico
 Ambiental	 Econômico + Ambiental
 Científico	 Social + Científico

Fonte: Dados da pesquisa.

Nesse primeiro destaque a articulação do problema com os aspectos científicos fica mais evidente ao ser citada a “questão do monitoramento”, no trecho em que a estudante fez menção aos processos científicos e tecnológicos que viabilizam o acompanhamento das barragens e que poderiam ter evitado seu rompimento. A articulação do problema com os aspectos sociais aparece mais adiante, ainda no primeiro turno, enquanto, no final da sua fala, a aluna Cida destacou como a falta de monitoramento impactou na grandiosidade das consequências causadas pelo rompimento das barragens. A aluna mencionou também que as pessoas que perderam suas vidas não imaginavam que estavam no caminho dos deslizamentos de lama e sugeriu que se a população tivesse sido avisada muito dos estragos que aconteceram poderiam ter sido evitados, associando, assim, os aspectos sociais aos científicos.

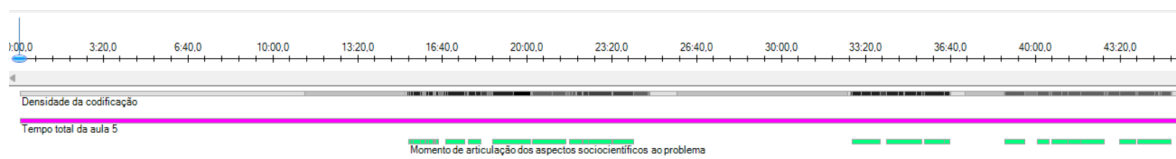
Nessa mesma linha, após uma intervenção afirmativa do professor, no terceiro turno Gael apresentou um argumento de cunho econômico para justificar as medidas que não foram tomadas pelo poder público, mesmo sem citar diretamente os representantes legais ou atribuir a responsabilidade à legislação. O aluno argumentou que “a legislação fez vista grossa” para toda situação e atribuiu esse comportamento ao fato de a empresa ser, de forma mais direta, maior geradora de ‘lucros’ quando comparada à população. Somente esses dois trechos seriam suficientes para uma longa discussão a respeito de como esses alunos entendem o capital gerado pela empresa e a mão de obra a ele associado, e como a falta de monitoramento e a falta de informação caminham juntas para a alienação da população das cidades mineradoras. No entanto, nossa proposta aqui é analisar as articulações de modo a entender como elas são realizadas e desenvolvidas ao longo das aulas.

Seguindo os diálogos, no sexto turno, o professor encerrou as falas desse bloco trazendo um discurso de Gandhi para enfatizar a importância da exploração consciente do meio ambiente. Nessa fala, observamos um alinhamento entre o texto apresentado pelo professor e

aspectos que tinham sido trazidos pelos estudantes, isto é, a preocupação com o meio ambiente (turno 1), a consideração com os sujeitos atingidos (turno 1), a relação entre a cobiça do homem e a exploração do ambiente natural (turno 2) e a falta de cuidado relacionada à descrença e/ou à irresponsabilidade com os eventos que poderiam ocorrer. Nesse caso, consideramos que o discurso de Gandhi, citado pelo professor, possibilitou a aproximação entre os enunciados do professor e os dos estudantes e apoiou a articulação dos aspectos sociocientíficos. Após citar a fala de Gandhi, articulando de forma simples os aspectos ambientais e de forma composta os aspectos econômicos e ambientais, o docente destacou a necessidade de racionalizar a exploração ambiental, no sentido de produzir menos prejuízos à natureza e desse modo reconhecer a importância da racionalidade nos processos de exploração ambiental, o que em nossa análise foi uma forma de articular os aspectos sociais com os aspectos ambientais. Dando continuidade à sua fala o professor apresentou, de forma simples, os aspectos econômicos, reconhecendo a influência do capital nas decisões que vinham sendo tomadas em relação aos assuntos discutidos. Concluindo sua fala o professor permaneceu articulando os aspectos econômicos, associando-os dessa vez aos aspectos sociais, argumentando que o poder econômico de determinados grupos de pessoas faz com que elas se tornem intolerantes e incapazes de aceitar opiniões que interfiram em sua fonte de renda, como mudanças nas estratégias e nas formas de produção. Nessa última fala, também reconhecemos a presença dos aspectos científicos, uma vez que mudanças de produção nos remetem a estratégias e pesquisas científicas e tecnológicas que as possibilitam. Diferentemente do que foi observado na fala dos estudantes, o discurso do professor carrega um número maior de aspectos sociocientíficos, tanto simples como compostos, e isso pode ser um indicativo de experiência profissional e de como ela favorece o trabalho com questões de natureza controversa.

A articulação dos aspectos científicos, sociais, econômicos e ambientais presentes no Quadro 7 também podem ser observados na Figura 8, que apresenta o diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para a Aula 2 – Módulo I. Destacamos que os momentos iniciais e finais da aula, que não foram codificados como momentos de articulação do problema com os aspectos sociocientíficos, não serão apresentados nesse diagrama, nem nos que virão a seguir. As seções omitidas nos diagramas estão relacionadas a episódios de leituras de texto, reprodução de vídeos, dúvidas sobre o AVA e agenda de organização da aula, que não fazem menção ao problema. Na Figura 7 apresentamos um exemplo da Aula 5, no qual é possível observar uma faixa de codificação rosa para o tempo total da aula (46min01seg) e uma faixa de codificação verde para os momentos de articulação dos aspectos sociocientíficos com o problema (16min20seg).

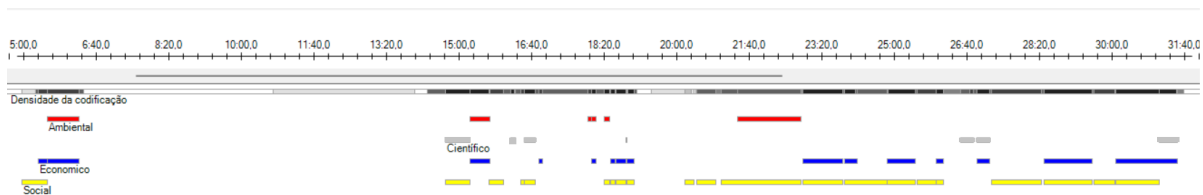
Figura 7 – Diagrama de codificação do tempo total da aula e dos momentos de articulação entre os aspectos sociocientíficos



Fonte: dados da pesquisa, a partir de NVivo® 10.

No diagrama apresentado na Figura 8 é possível observar que na Aula 2 há uma constância da presença dos aspectos sociocientíficos, estando o econômico e o social em maior quantidade, seguidos pela presença do aspecto ambiental e, em menor quantidade, o aspecto científico.

Figura 8 – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 2 – Módulo I



Fonte: dados da pesquisa, a partir de NVivo® 10.

Dando continuidade às discussões do primeiro módulo, passamos a estudar algumas evidências que possibilitam entender como a chegada da lama de rejeitos de minério impactou toda a estrutura física (casas, estabelecimentos, ruas etc.) por onde passou. A partir de um mapa publicado pela Agência Nacional de Águas (ANA), que mostrava valores de turbidez da água ao longo do Rio Doce após o rompimento da barragem localizadas em Mariana, discutimos como esses dados possibilitariam mensurar as consequências da contaminação das águas, e também a quais conclusões era possível de se chegar a partir de dados de turbidez e como, somente a partir do gráfico, seria possível afirmar ter sido o rompimento da barragem a principal causa do aumento desses parâmetros. Além disso, esse módulo também trouxe alguns gráficos de análises de água e sedimentos ao longo da bacia do Rio Doce relativos a 2010 e a 2015, após o rompimento da barragem de Fundão. Esses gráficos mostram a variação na concentração de metais e sedimentos em água, parâmetros físico-químicos e concentração de ânions nesse solvente.

Ainda nesse módulo, foram discutidos aspectos específicos do rompimento das barragens em Brumadinho e seus principais impactos ambientais. No entanto, entendendo que a compreensão do problema exigia também o conhecimento de conceitos específicos de

Química, o professor intercalou as discussões a respeito do problema com pontos representativos do conteúdo, necessários à leitura e interpretação dos dados apresentados no mapa e nos gráficos.

Depois de discutirem essas evidências, que confirmam a contaminação das águas do Rio Doce como consequência da chegada da lama de rejeitos, e de estudarem os parâmetros que atestam essa contaminação, os alunos assistiram a alguns vídeos, dentre eles uma produção do *site* de notícias Brasil de Fato⁴ que mostrava como os metais presentes na lama de rejeitos provocaram a morte e a deformidade de peixes no Rio Paraopeba. No Quadro 9 podemos analisar um diálogo que ocorreu na quinta aula de desenvolvimento desta pesquisa, bem como os aspectos sociocientíficos associados a ela, cuja legenda é apresentada no Quadro 10.

Quadro 9 – Aspectos sociocientíficos destacados na Aula 5









Turno	Tempo	Sujeito	Diálogos/Recortes de falas
1	[00:15:04]	Professor	E aí, pessoal?! Chocante, né?!
2	[00:15:08]	Cida	Demais, professor.
3	[00:15:10]	Professor	Pode... pode falar o que foi, qual foi sua impressão sobre esse vídeo.
4	[00:15:14]	Cida	É... eu fiquei... eu acho que eu senti a indignação das pessoas, porque a Vale não estava dando, não estava falando com eles sobre como estava a situação daquele rio, e a gente vê de fato como pode estar muito contaminado, tanto que a gente, fazendo as pesquisas ontem, a gente viu que toneladas de peixes foram mortos por causa dessa contaminação dos metais, e querendo, ou não, é um risco, imagina você viver da pesca e não poder mais pescar naquele rio por não saber mais se o peixe está contaminado, ou não, se você pode morrer comendo aquele peixe, ou não, e isso é muito triste, porque naquela região certeza que muitas pessoas viviam da pesca ali, naquele rio, né?! E com toda essa contaminação eles não podem nem saber se podem, ou não, pegar aquele peixe e comer sem ter nenhuma contaminação, né?, e isso é muito triste porque os metais que podem estar ali, os sedimentos, é muita coisa e a Vale, igual falou no vídeo, eles não se pronunciaram, não falaram nada, então é muito triste essa situação.
5	[00:16:26]	Professor	Perfeito o seu comentário, Cida, muito obrigado...
6	[00:16:30]	Laura	Professor...
7	[00:16:31]	Professor	Pode falar, Renata...
8	[00:16:32]	Laura	É a Laura, professor...
9	[00:16:33]	Professor	Oh, Laura, você me enganou de novo, desculpa; pode falar, Laura.

⁴ Brumadinho: águas do Rio Paraopeba provocam morte e deformidades em peixes. Produção de **Brasil de Fato**. Disponível em: <<https://www.brasildefato.com.br/2020/03/26/brumadinho-aguas-do-rio-paraopeba-provocam-morte-e-deformidades-em-peixes>>

Turno	Tempo	Sujeito	Diálogos/Recortes de falas
10	[00:16:38]	Laura	Professor, e uma coisa que está bastante presente nas pesquisas quando a gente vê é que eles sempre comentam que provavelmente não vai dar... o rio, por exemplo, não vai voltar a ser o que era antes porque precisa... vai precisar... se fosse recuperar ia precisar de muito tempo, dinheiro e material que eles não têm, então, possivelmente nunca vai conseguir voltar a ser o que era antes... porque o estrago foi muito grande e assim, nas menções que eles falam, do tanto de rejeitos que foi despejado, eles comparam a uma quantidade como se fossem 25 mil piscinas olímpicas cheias, então pra poder limpar tudo isso de rejeitos ia ter que ter um tempo muito grande e muito material, e ia gastar um dinheiro absurdo, então...

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 10 – Legenda para os aspectos sociocientíficos destacados no Quadro 9

Aspectos sociocientíficos	
Simple	Compostos
 Social	 Social + Ambiental
 Econômico	 Científico + Ambiental
 Ambiental	 Social + Científico
 Científico	 Científico + Econômico

Fonte: Dados da pesquisa.

Após estudar as evidências da destruição deixada pela lama de rejeitos e assistir ao vídeo com informações acerca da contaminação das águas por metais pesados, os alunos discutiram sobre as principais consequências para a qualidade dessa água e para a vida dulcícola. Em um primeiro momento, após o pedido do professor para que os alunos comentassem o vídeo, a aluna Cida destacou que sentiu “a indignação das pessoas” e associou esse sentimento à falta de divulgação de esclarecimentos sobre a situação da qualidade da água do rio pela empresa. Mais adiante, ainda no quarto turno de fala, a aluna afirmou que em suas pesquisas encontrou dados sobre toneladas de peixes que foram mortos após a exposição aos metais, e que, além disso, como a perda desses peixes pode ter afetado não só o consumo para a população local, como também a renda de muitos que ali viviam da pesca. Nesse pequeno trecho de fala da aluna identificamos a presença de aspectos sociais, econômicos e científicos, além da associação desses aos aspectos ambientais.

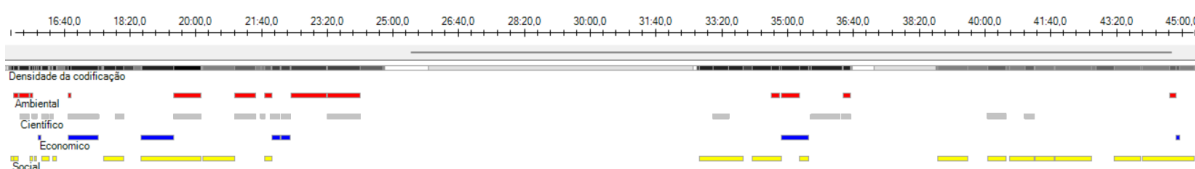
A aluna Laura também trouxe outro ponto importante para a discussão: a recuperação dos rios contaminados pela lama. Em sua fala, ela destacou que dificilmente será possível realizar uma recuperação completa do rio. Além disso, pontuou questões que podem dificultar

a recuperação desses efluentes, como tempo, material e dinheiro. A intervenção da aluna evidenciou uma articulação entre aspectos ambientais e aspectos científicos e econômicos. Além disso, a partir dessas falas ficou claro e tornou-se ainda mais relevante a necessidade de estudar as ações para recuperação dos rios e também as principais propriedades dos metais encontrados nas águas, buscando conhecer em que medida eles prejudicam a saúde da população.

Ainda sobre a fala da aluna Cida, no quarto turno, é possível observar o aspecto afetivo desencadeado pelo vídeo, visto que por diversas vezes a aluna considerou as situações apresentadas como “tristes”. Para ela é triste observar o descaso da empresa, é triste assistir aos resultados e riscos da contaminação, é triste saber que muitas pessoas que consumiam os peixes e que viviam economicamente da pesca não têm mais esse direito, pois não sabem o quanto esses sedimentos impactaram sua região. No início da sua fala, como já mencionamos, essa aluna destacou que “sentiu” a indignação das pessoas e, ao analisarmos esse trecho, compreendemos também a comoção intrínseca à fala da aluna e, portanto, como a situação da população sensibilizou a estudante.

A articulação dos aspectos sociais, científicos, econômicos e ambientais apresentados no Quadro 9 também pode ser observada no diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para a Aula 5 – Módulo II, na Figura 9. Nele é possível observar que de forma geral os aspectos social e ambiental são constantes ao longo das discussões, seguidos do científico e do econômico, respectivamente.

Figura 9 – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 5 – Módulo II



Fonte: dados da pesquisa, a partir de NVivo® 10.

No terceiro módulo, foram discutidos os modelos de barragens mais utilizados em atividades de mineração e os modelos usados em Mariana e Brumadinho. O vídeo que foi apresentado aos alunos tinha pouco mais de oito minutos e trazia as principais características dos modelos de barragem de alteamento a montante, alteamento a jusante e alteamento por linha de centro. A discussão abordou questões de estabilidade, custos de construção, manutenção e dimensões das áreas ocupadas. A partir desses dados os alunos puderam entender quais fatores levaram à escolha de um modelo em detrimento de outro, quais questões são priorizadas e

porque o modelo de barragem a montante foi o escolhido para conter os rejeitos da barragem do Fundão e do Córrego do Feijão. Nesse módulo os alunos também estudaram a respeito de outras barragens de rejeitos de minério que apresentam características parecidas com as barragens que já romperam e puderam discutir sobre ações que eles acreditam serem necessárias para evitar novos rompimentos.

No Quadro 11 podemos analisar um diálogo que ocorreu na sexta aula de desenvolvimento desse projeto e no Quadro 12 temos uma legenda para os aspectos sociocientíficos destacados no diálogo.

Quadro 11 – Aspectos sociocientíficos destacados na Aula 6

Turno	Tempo	Sujeito	Diálogos/Recortes de falas
1	[00:18:53]	Laura	Professor, aparentemente, além de terem escolhido a opção, por exemplo, pelo que deu pra perceber, a menos estável, né?, a que tinha mais riscos de dar errado, ainda tiveram a capacidade de passar... de fazer aquilo de passar pano, né?, de falar que tá tudo certo, sendo que tava tudo errado, então, tinha tudo pra poder avisar a população, pra poder tirar o máximo de pessoas que desse, pras pessoas conseguirem, né?... não acontecer essa catástrofe e afetar mais a vida das pessoas, mas eles não tiveram a capacidade de fazer isso; então eles podiam ter evitado construindo uma barragem melhor ou pelo menos ter tentado evitar que muitas vidas fossem perdidas monitorando corretamente.
2	[00:19:49]	Professor	Sim, sim, perfeito, ou seja, fazendo o trabalho da forma que tem que ser executada.
3	[00:19:55]	Gael	Professor, de novo, o pessoal escolheu mais faturamento em vez de mais qualidade, né?, professor?
4	[00:20:04]	Professor	Perfeito, é... ou seja, pra aumentar o que, né? Exatamente, você diminui o gasto com segurança e aumenta um lucro, né?, mas é um lucro que sinceramente a custa, né?, de quanto sofrimento...
5	[00:22:20]	Gael	Professor, aquilo que eu tava... eu tava falando até com o professor Caio até agora, as empresas sempre começam tudo seguindo as regras e sempre começa certinho, legalizado e depois vai vendo que dá pra mexer, vai diminuindo, daqui a pouco ela vai, ela não para de diminuir e tá diminuindo coisa que não pode, coisa de segurança e aí é que a empresa decai de uma vez mesmo, só quando acontece um acidente.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 12 – Legenda para os aspectos sociocientíficos destacados no Quadro 11

Aspectos sociocientíficos	
Simple	Compostos
● Social	● Social + Econômico
● Econômico	● Social + Científico

Fonte: Dados da pesquisa.

Nesse diálogo observamos que a articulação entre os aspectos sociais e econômicos é mais evidente, no entanto ainda no primeiro turno é possível verificar a presença do aspecto científico associado ao aspecto social. Nesse turno a aluna Laura falou sobre a irresponsabilidade da empresa tanto na escolha do modelo da barragem, quanto na omissão de informações que poderiam ter minimizando os impactos do rompimento, trecho esse em que o aspecto social é claro, uma vez que os argumentos apresentados pela estudante foram sempre direcionados aos impactos causados à vida da população que vivia próximo às barragens. Mais adiante, ainda no primeiro turno, observamos que a aluna associou aspectos científicos relacionados aos critérios técnicos de escolha das barragens à possibilidade de diminuir os impactos sociais. Na sequência, no terceiro turno, o aluno Gael mencionou que a empresa escolheu priorizar seus lucros em vez da qualidade da barragem e, no quarto turno, essa ideia foi reforçada pela fala do professor, que acrescentou como essa escolha provocou o sofrimento de diversas pessoas. A fala dos alunos deixou claro ainda que a empresa foi negligente com a população em não avisar o que poderia acontecer e, mais do que isso, em ignorar ou, como os próprios alunos mencionam, em ‘passar pano’ para os possíveis sinais de que havia alguma coisa errada com as barragens. Dessa forma, os alunos reconheceram que o rompimento das barragens se deu como consequência de escolhas econômicas que visavam principalmente o lucro acima da segurança.

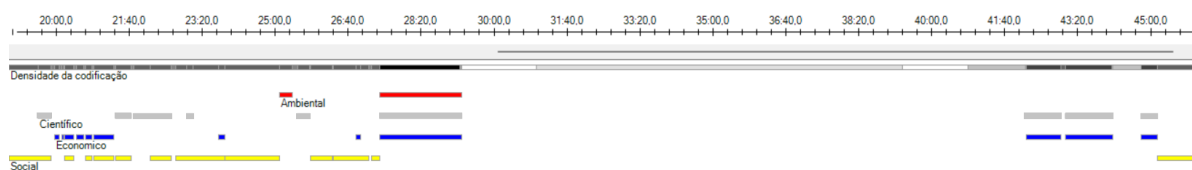
Ainda nesse módulo, podemos observar a repercussão dessas discussões em outras disciplinas, quando o aluno afirmou ter conversado com outro professor sobre o assunto, deixando subentendido uma concordância da parte dele com as opiniões trazidas para as aulas desenvolvidas nesse projeto.

Outro aspecto importante nesse excerto é a percepção que o aluno trouxe a respeito da relação entre o tempo, os interesses econômicos e o caráter político/legal da situação. Após o comentário do professor, no quinto turno o estudante mencionou que as empresas iniciam suas atividades seguindo as “regras” estabelecidas pela legislação, mas que com o passar do tempo

há uma fragilização na observância da legislação e que, ao colocarem os interesses econômicos à frente dos interesses sociais, essas “regras” passam a ser desconsideradas e/ou adaptadas, o que proporciona o aumento do seu lucro, mas também, na mesma proporção, a elevação do risco que esses empreendimentos oferecem à população.

Embora a presença dos quatro aspectos sociocientíficos chame a atenção, optamos por transcrever no Quadro 11 somente um recorte das falas que os representasse de maneira mais expressiva, levando em conta a predominância dos aspectos sociais e econômicos na aula. A articulação dos aspectos sociais, científicos e econômicos presentes nesse quadro também podem ser observadas no diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para a Aula 6 – Módulo III (Figura 10).

Figura 10 – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 6 – Módulo III



Fonte: Dados da pesquisa, a partir de NVivo® 10.

O quarto e o quinto módulo trouxeram aspectos e discussões mais específicas e orientadas aos conceitos trabalhados, principalmente, nas aulas de Química. No quarto módulo, discutiu-se a respeito das propriedades físico-químicas da água e de como a poluição pode alterar parâmetros essenciais para a qualidade da água para consumo e para vida aquática. Ainda nesse módulo foram apresentados os principais crimes associados à poluição das águas e os relatórios técnicos elaborados após uma investigação nas localidades atingidas.




Na décima segunda aula, Módulo IV, os alunos iniciaram as discussões sobre como as propriedades físico-químicas da água ajudam a compreender a contaminação dos rios e como cada característica físico-química apresenta informações a respeito das propriedades e da qualidade dessa água. O Quadro 13 apresenta um recorte de um diálogo entre o professor e a aluna Cida e o Quadro 14 a legenda para os aspectos sociocientíficos destacados. Diferentemente do que foi apresentado nos quadros anteriores, a aluna iniciou sua fala com uma pergunta na qual demonstrava uma apreensão em relação aos rejeitos que ‘sobraram’ após a limpeza dos trechos contaminados pela lama, evidenciando não só uma preocupação com o ambiente que estava sendo recuperado, como também com uma reutilização daquilo que é retirado dos rios.

Quadro 13 – Aspectos sociocientíficos destacados na Aula 12

Turno	Tempo	Sujeito	Diálogos/Recortes de falas
1	[00:36:24]	Cida	Professor, agora, mas, tipo, <u>sobre essa questão da sujeira que eles fazem, tipo, a limpeza, né?, esses métodos que foram passados, tipo, depois que eles tiram todos esses dejetos e tals que ficaram na água ou solo também, pra onde que é levada essa sujeira assim?</u>
2	[00:36:49]	Professor	Então, esses rejeitos, por que, o que que é um rejeito?! <u>O rejeito dizem que é assim, aquilo que não tem jeito, né?, ou seja, se você fez a limpeza, chega um ponto que não tem mais o que fazer, principalmente rejeito de mineradora; eles podem ser aplicados num processo chamado coprocessamento, né?, e o que que seria isso, é você utilizar esse rejeito, por exemplo, em uma produção de tijolo, por exemplo, de... você vai usar desse rejeito na composição do material do tijolo, do bloco é...</u> eu não queria chutar aqui de maneira errada, <u>mas asfalto, por exemplo, então esse rejeito ele vai se incorporado na produção de um desses materiais,</u> o rejeito é aquilo que não tem mais jeito, né?! Então, <u>ele seria removido do lugar, ele seria transportado e ia ser feito aí um coprocessamento que é reaplicar o rejeito na produção de algum benefício, seria basicamente isso.</u>

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 14 – Legenda para os aspectos sociocientíficos destacados no Quadro 13

Aspectos sociocientíficos	
Simplex	Compostos
 Científico	 Científico + Ambiental
	 Científico + Econômico

Fonte: Dados da pesquisa.

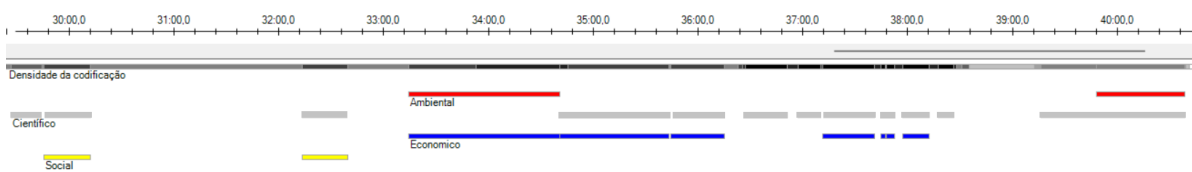
Inicialmente a aluna Cida, de maneira simples e com alguns erros nas denominações, contextualizou sua pergunta em relação aos assuntos que foram estudados durante a aula. Embora tenha demonstrado entender os processos de recuperação dos rios e as diferentes etapas neles associados, Cida pediu ao professor que explicasse para onde vão os materiais após serem retirados dos rios, o que, em nossa análise, demonstrou uma visão ampla do problema, uma vez que retirar os materiais contaminantes do rio não é suficiente para solucioná-lo, sendo preciso tratá-los e levá-los para um local adequado. O professor, apesar de não demonstrar muita segurança, explicou que existem processos adequados, citando como exemplo o coprocessamento, que reutiliza esses materiais na produção de tijolos, blocos, asfalto e outros materiais de construção.

Nesse excerto observamos que os aspectos ambientais e científicos foram trabalhados de forma mais evidente, o que faz sentido já que essa foi uma aula para tratar dos métodos de separação de misturas e recuperação das áreas atingidas. O aspecto econômico, manifestado

mais ao final, está relacionado a discussões sobre a aplicação dos rejeitos coletados nas áreas atingidas, a forma com que eles podem ser reaproveitados e como isso pode contribuir, não só para a despoluição dos rios, mas também para atrair a atenção de empresas que fazem esse tipo de serviço e/ou necessitam de matérias primas para fabricação de seus materiais.

A articulação dos aspectos científicos, ambientais e econômicos apresentados no Quadro 13, também podem ser observadas no diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para a Aula 12 – Módulo IV (Figura 11).

Figura 11 – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 12 – Módulo IV



Fonte: Dados da pesquisa, a partir de NVivo® 10.

No quinto módulo os alunos estudaram soluções, misturas e suas composições e puderam entender como esses conhecimentos ajudam em processos de tratamento de efluentes e recuperação de danos ambientais. Além disso, os impactos sociais, ambientais e econômicos foram, mais uma vez, enfatizados e relacionados aos conceitos e aspectos discutidos na aula.






Nesse módulo trouxemos elementos para discutirmos ações de tratamento e remediação dos impactos causados pela lama de rejeitos. Na décima terceira aula os alunos debateram sobre as principais medidas cabíveis para recuperação das áreas atingidas e, a partir de um vídeo que apresentava as principais ações de tratamento de efluentes realizadas pela Vale, avaliaram o que vinha sendo feito pelas empresas responsáveis pelo rompimento das barragens. No Quadro 15 apresentamos um diálogo entre o professor e duas estudantes, no qual é possível perceber uma descrença no que tem sido apresentado pela empresa como ações de recuperação dos impactos e como isso tem afetado a vida da população. Além disso, no Quadro 16, apresentamos uma legenda para os aspectos sociocientíficos associados ao quadro anterior.

Quadro 15 – Aspectos sociocientíficos destacados na Aula13

Turno	Tempo	Sujeito	Diálogos/Recortes de falas
1	[00:32:52]	Cida	Ah, professor, eu achei interessante que eles mostraram é... o processo que está sendo feito, mas muitos ainda desconfiam, né?! Se vai dar certo, ou não, se eles vão parar no meio do caminho, né?! Então é bem difícil, porque a gente vê que, tipo, eles estão tentando mesmo fazer o processo da limpeza, né?! Mas igual a moça falou, né?, não sabe se vai... os leitos dos rios... como vai ser a limpeza deles, se vai estar própria depois pro uso, né?, se só estão tirando esses rejeitos pra falar, tipo, 'nossa, a turbidez está diminuindo' ou se tão limpando pra realmente conseguir fazer com que a população use, né?! Então, é um caso bem difícil.
2	[00:33:34]	Professor	Nossa, Cida, muito bem. Você... é... teve uma... é... uma explicação bastante interessante do seu ponto de vista, muito completa, parabéns. Mais alguém?
3	[00:33:46]	Laura	Professor...
4	[00:33:47]	Professor	Diga, Laura.
5	[00:33:48]	Laura	Eu acho importante porque uma das coisas principais que os moradores reclamam é da falta de comunicação, porque em todos os vídeos a gente vê que eles falam que: eles não avisam, que eles não falam o que estão fazendo, que eles nunca sabem... Então, isso eu acho um passo importante, porque a população está sentindo o que está acontecendo ao redor, saber, por exemplo, de riscos, de como vai funcionar dali por diante. Eu acho que não acalma totalmente, porque você ainda fica meio nervoso com o que está acontecendo, mas pelo menos você está ciente das coisas que estão sendo feitas ao seu redor e que pode haver alguma chance de melhora.
6	[00:34:22]	Professor	Perfeito, Laura, muito bem colocado.

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 16 – Legenda para os aspectos sociocientíficos destacados no Quadro 15

Aspectos sociocientíficos	
Simple	Compostos
 Social	 Social + Científico
 Ambiental	 Ambiental + Científico
 Científico	

Fonte: Dados da pesquisa.

No quinto módulo, que apresentava um foco maior nos conceitos específicos de Química, observamos uma dificuldade dos alunos em articular os aspectos científicos específicos dessa disciplina com os outros que foram desenvolvidos ao longo das aulas. No primeiro turno de fala a aluna Cida mencionou que, apesar de parecerem válidos os processos

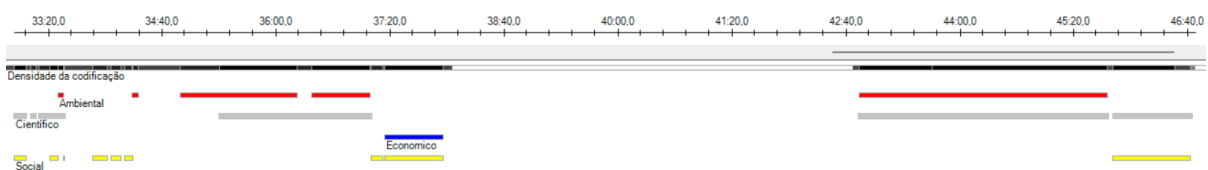
que têm sido realizados para recuperação das áreas atingidas, ainda existe um sentimento de desconfiança com relação à veracidade das informações. Além disso, após abordar especificamente os aspectos científicos, a aluna voltou a afirmar que não era possível ter certeza se essas ações estavam sendo realizadas para melhorar a qualidade da água para consumo ou para “cumprir tabela”.

No quinto turno de fala, a aluna Laura apontou que uma das queixas mais relevantes da população estaria relacionada à falta de informações vindas da empresa e que, nesse caso, o vídeo veiculado seria um material bastante significativo, tendo em vista que deixava a população a par do que tem sido realizado na região e finalizava com uma “esperança” de melhora no que diz respeito aos impactos ambientais.

Embora o tema desse módulo tenha sido “Tratamento e remediação dos impactos”, os principais comentários feitos pelos estudantes durante as aulas e aqui destacados, evidenciam aspectos sociais. O vídeo elaborado pela Vale com o objetivo de mostrar as estratégias que vinham sendo adotadas para recuperação dos danos ambientais causou desconforto aos alunos. E ainda que o professor tenha dado destaque aos processos de separação de misturas utilizados no vídeo, os comentários trazidos pelos estudantes tinham como base uma desconfiança na empresa e no que por ela estava sendo veiculado.

A articulação dos aspectos sociais, científicos e ambientais presentes nesse quadro também podem ser observados na Figura 12, o diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para a Aula 13 – Módulo V. Nessa aula observamos uma predominância dos aspectos ambientais, seguido pelos científicos e os sociais e, em menor concentração, os aspectos econômicos. Observamos nessa aula que os alunos ainda apresentavam certa dificuldade e/ou resistência em acreditar nas ações que a empresa dizia estar executando para recuperação das áreas atingidas.

Figura 12 – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 13 – Módulo V



Fonte: Dados da pesquisa, a partir de NVivo® 10.

O sexto e último módulo trouxe uma dinâmica diferente: no início os alunos escutaram a música *Cacimba de Mágoa*, do grupo Falamansa e de Gabriel, O pensador⁵, e discutiram a respeito das mensagens trazidas por ela. No Quadro 17 apresentamos algumas falas que resumem o primeiro bloco de discussões desse módulo e no Quadro 18 apresentamos as legendas para os aspectos sociocientíficos associados.

Quadro 17 – Aspectos sociocientíficos destacados na Aula 13








Turno	Tempo	Sujeito	Diálogos/Recortes de falas
1	[00:22:23]	Karen	O que mais me surpreendeu na parte da música que foi apresentada foi a parte que ele fala que parece que as pessoas já nascem mortas, o modo como os responsáveis pelo acidente trataram a vida foi de uma forma totalmente desumana e é muito bom ter pessoas que tem tanta influência assim falando sobre isso , porque a gente não pode esquecer o que aconteceu e nem deixar isso passar.
2	[00:22:53]	Professor	É... isso mesmo, a sua fala ela resume bastante o sentimento que a gente tem exatamente de se colocar no lugar daquele que sofre e tratar essas vidas com responsabilidade, tratar com respeito é... é tão intrigante né?, uma parte da letra mostra que o progresso... o falso progresso né?, quer dizer, eu tenho que criar um problema ambiental tão irreversível, ou próximo disso, pra ter uma fantasia de progresso, né?, isso não é progresso né?, progresso é quando realmente há uma melhora e a gente discute muito isso quando fala... eu já falei várias vezes pra vocês isso, né?, quando fala de sustentabilidade, que é exatamente você extrair os recursos minerais que são necessários, mas de forma a não comprometer as próximas gerações isso é pra se pensar muito...
3	[00:24:09]	Cida	Professor, eu acho que também no vídeo, na hora da música, mostrou muito assim a questão dos impactos, né?, porque acho que a parte que mais me tocou assim, foi a parte quando apareceu aqueles peixes, né?, que estavam mortos e aquela placa que tava falando vende-se peixes, só que aí tava riscado, né?, tava falando vendia peixes, então a gente percebe como afetou tanto aquela população que vivia da pesca, né?, a gente vê também eles nos barcos ali, tentando achar alguma coisa, mas sabe, né?, que não vai conseguir porque esse desastre fez com que o rio fosse muito contaminado, a gente vê também que foi pros mares também, né?, então eu acho que mostra muito essa questão dos impactos, tanto social, tanto econômico e principalmente o ambiental porque a gente percebe nitidamente como ficou aquela cor da água, pelos peixes ali a gente vê também como impactou totalmente a vida daquela população e também o meio ambiente.

Fonte: Dados da pesquisa.

⁵ Gabriel Contino ou, como mais conhecido, Gabriel O Pensador, é um rapper, compositor e escritor nascido na cidade do Rio de Janeiro no ano de 1974. O grupo Falamansa é uma banda de forró brasileira formada em 1998 na cidade de São Paulo. Gabriel O Pensador e Tato, vocalista da banda Falamansa, (2016) compuseram a canção “Cacimba da Mágoa” para retratar o rompimento da barragem de Fundão em Mariana, destacando a destruição do Rio Doce e o impacto na vida da população da região.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zX11uEaCZIY>

Quadro 18 – Legenda para os aspectos sociocientíficos destacados no Quadro 17

Aspectos sociocientíficos	
Simples	Compostos
 Social	 Social + Ambiental
 Ambiental	 Social + Econômico
 Científico	 Econômico + Ambiental
	 Científico + Ambiental

Fonte: Dados da pesquisa.

No primeiro turno de fala a aluna Karen destacou a invisibilidade das vítimas antes mesmo de se tornarem vítimas, ou seja, o fato de, independentemente do cenário, essas pessoas não serem consideradas por aqueles que estão a sua volta e, nesse sentido, serem exploradas e privadas de direitos básicos como segurança, moradia etc. Além disso, a aluna evidenciou o papel de pessoas influentes e capazes de contribuir com materiais como a música apresentada para que os fatos ocorridos não sejam esquecidos. Ao continuar a fala da aluna, no segundo turno, o professor trouxe o tema da responsabilidade em relação à vida das pessoas e à ideia de progresso que vá além da exploração infinita dos recursos e que tenha compromisso com a sustentabilidade. Consideramos aspectos sociais a menção às vítimas e à responsabilidade necessária para lidar com essas pessoas. Na fala do professor, também consideramos a articulação entre os aspectos ambientais e econômicos, quando ele mencionou a noção de progresso, relacionando-o com os problemas ambientais, com o conceito de sustentabilidade e com a necessidade de exploração do meio ambiente de forma consciente.

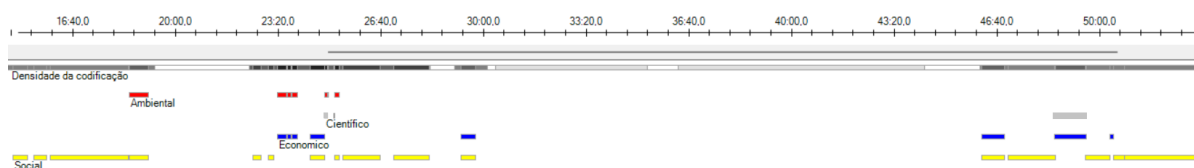
Observamos que os dois primeiros turnos de fala desse quadro foram marcados por expressões que destacaram a sensibilização dos sujeitos em relação ao tema que vinha sendo desenvolvido. Termos como “desumano”, “sentimento” e “sofre” foram adotados para se referir às vítimas e às consequências do rompimento das barragens. Contudo, o aspecto afetivo, intrínseco às falas dos estudantes e do professor, não ficou concentrado somente nessa última aula, uma vez que nos quadros já apresentados e em trechos de aula que não foram expostos neste texto encontramos diversas manifestações que expressam a sensibilidade aflorada pela abordagem do problema, principalmente quando associada ao aspecto social. Diversas vezes os alunos disseram que “sentiram a indignação” das pessoas, que a situação era “muito triste”, que algumas situações os deixavam “nervosos” ou que a falta de confiança da população nas empresas e no poder público era justificável, tendo em vista todo o transtorno já vivido por

aquelas pessoas. Nesse sentido, observamos que há uma correlação entre o aspecto social relacionado ao problema e a sensibilização presentes nos comentários de caráter afetivo.

No terceiro turno a aluna Cida encerrou o bloco de discussões articulando os aspectos sociais e econômicos, ao falar sobre a impossibilidade da venda dos peixes da região; os aspectos científicos e ambientais ao tratar da contaminação dos rios pela chegada da lama de rejeitos; os ambientais, ao trazer a extensão da poluição; e os sociais e ambientais, ao tratar sobre a forma como a contaminação das águas impactou negativamente a vida da população. Em um dos trechos desse turno a aluna ainda destacou como os aspectos sociais, econômicos e ambientais estavam fortemente associados à discussão do problema sociocientífico aqui estudado.

A articulação dos aspectos sociais, econômicos, ambientais e científicos presentes nesse quadro também podem ser observadas no diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para a Aula 15 – Módulo VI, na Figura 13. Nessa aula houve poucos intervalos de codificação, isso porque boa parte do tempo de aula foi usado para apresentar vídeos relacionados ao tema. Mesmo assim, podemos observar a presença constante de discussões a respeito de aspectos sociais, seguidos pelos econômicos, ambientais e, de forma mais tímida, de aspectos científicos.

Figura 13 – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 15 – Módulo VI



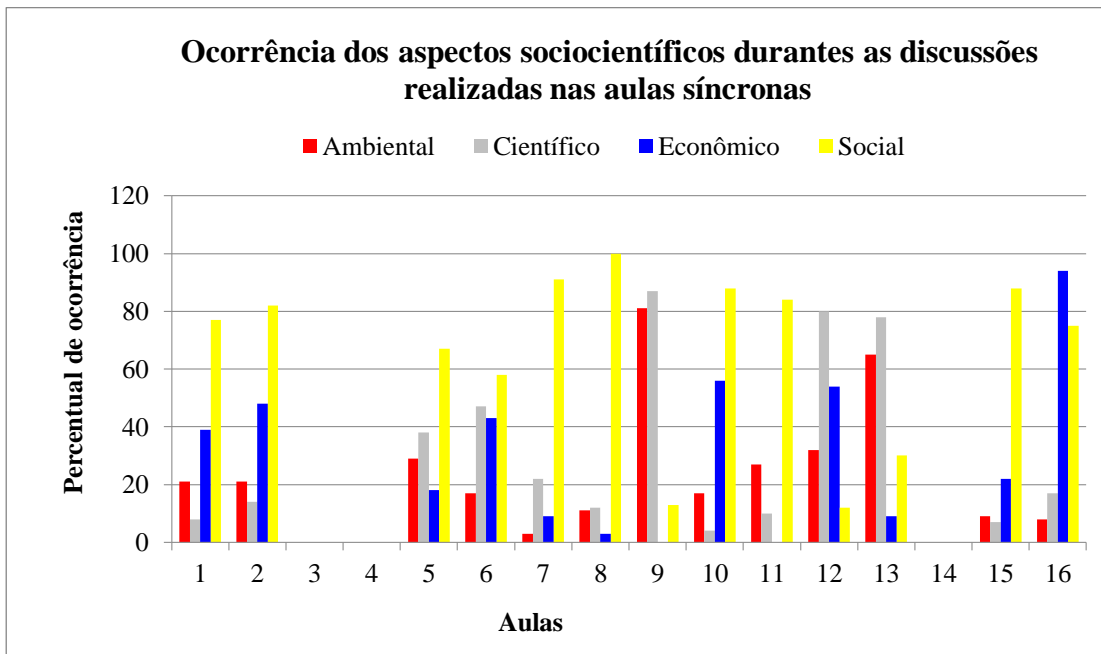
Fonte: Dados da pesquisa, a partir de NVivo® 10.

Ao longo dessas discussões encontramos alguns indícios que nos permitem entender não só o andamento das aulas e do projeto, mas também como se articularam os aspectos sociocientíficos e com que frequência aparecem durante as aulas. Nas figuras 14 e 15 apresentamos os percentuais de ocorrência de cada um dos aspectos, tanto em relação a cada uma das 16 aulas, como também o conjunto delas.

Os percentuais de ocorrência foram calculadas a partir do *software NVivo®*: primeiro, codificamos os momentos de interação das aulas síncronas, considerando a articulação do problema com os aspectos sociais, ambientais, científicos e econômicos, levando em conta a relação entre o tempo total da aula e o tempo codificado para as articulações, conforme Figura 7; em seguida configuramos o *software* para que ele contabilizasse o tempo total codificado, ou seja, a duração dos momentos codificados (períodos de tempo nos quais há uma discussão que

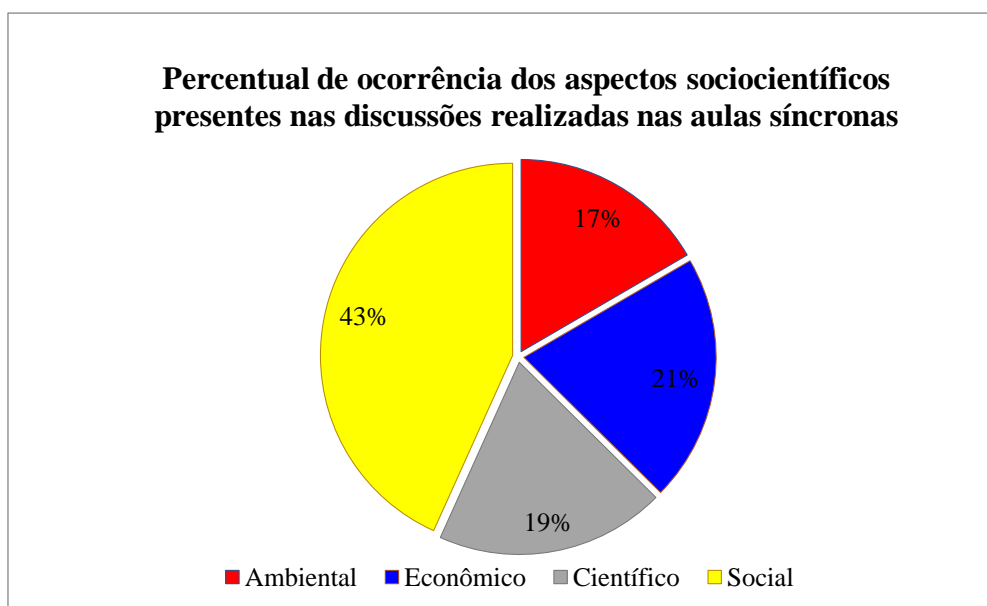
relaciona o problema com os aspectos sociocientíficos), independentemente da categoria do aspecto identificado; por fim, também com o auxílio do *software*, calculamos o tempo para cada um dos aspectos, relacionando os resultados encontrados com as informações de cada aula e com o tempo total codificado durante a execução da SD, apresentado na Figura 14.

Figura 14 – Percentual de ocorrência dos aspectos sociocientíficos discutidos em cada uma das aulas da SD



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 15 – Percentual de ocorrência dos aspectos sociocientíficos discutidos durante a SD



Fonte: Dados da pesquisa.

Podemos considerar que o caráter social do problema foi o que mais teve destaque, não só pela relevância das questões sociais relacionadas ao tema, mas também pela expressividade desse aspecto, com 43% do tempo total de cobertura durante as discussões. Tanto o professor como os alunos, sempre que possível traziam implicações sociais das questões que eram discutidas em sala de aula. Além disso, notamos que por diversas vezes questões relacionadas à sensibilidade eram desencadeadas nas falas de alunos e do professor: expressões como “eu senti a indignação”, “isso gera tristeza”, “é muito triste isso” e muitas outras que não cabe destacar aqui foram mencionadas ao longo das aulas e das discussões.

Em segundo lugar temos o aspecto econômico com 21% do tempo de cobertura das aulas, contemplando assuntos que vão desde a perda de capital pela empresa mineradora até as perdas sociais relacionadas à diminuição na fonte de renda das pessoas, o aumento nos gastos com moradia e medicamentos e a recuperação dos bens perdidos pela população. Além disso, questões relacionadas à busca excessiva pelo lucro, interesses econômicos da mídia e falta de investimento público em atividades de monitoramento e controle de empreendimentos como os das barragens também foram levantados durante as aulas.

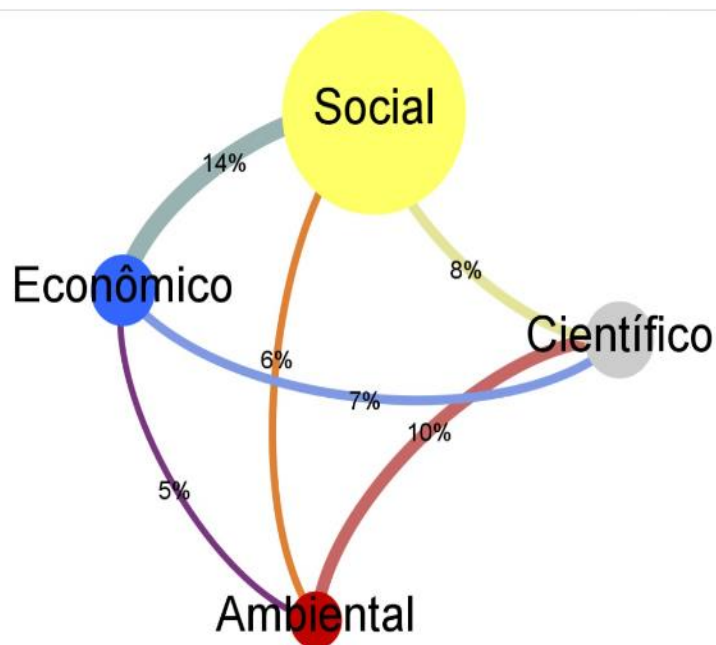
Os aspectos científicos também apareceram com bastante destaque, cobrindo cerca de 19% de todo tempo de aula. A articulação do problema e dos demais aspectos com o aspecto científico apareceu em diversas discussões ao longo das aulas, as quais envolveram questões não só relacionadas à Química, como também a questões científicas técnicas, como o monitoramento das barragens, suas características, aspectos de tratamento de efluentes entre outras. No entanto, apesar de desenvolverem bons argumentos para discussão dos aspectos sociocientíficos, foram poucas as situações em que os estudantes trouxeram questões específicas dos conteúdos de Química trabalhados no decorrer das aulas. O professor, por sua vez, articulou aspectos sociais, científicos e ambientais do estudo da Química e tentou deixar claro aos alunos a importância desse conhecimento. No entanto, observamos que a participação dos alunos diminuía consideravelmente quando conceitos específicos da disciplina foram abordados com maior ênfase, o que reforça a ideia de dificuldade em articular os aspectos científicos específicos da Química com os demais.

Por fim, apesar de ser o aspecto com menor percentual de ocorrência (17%) durante as aulas síncronas, observamos que as menções relacionadas à questão ambiental foram espontâneas, tendo em vista a natureza do problema sociocientífico. Retomando a discussão feita por Aikenhead (1994b), se considerarmos a questão ambiental para além do meio ambiente, os impactos causados pelo rompimento das barragens excedem a contaminação dos ecossistemas da região e englobam as mudanças de toda uma comunidade local, uma vez que

muito de sua cultura e história foram perdidas por conta do soterramento de cidades e da impossibilidade de residência em áreas próximas às atingidas. Para os estudantes, ficou evidente a grandiosidade dos eventos que ocorreram em Mariana e Brumadinho e, mais do que isso, como as empresas tiveram um papel determinante no mau gerenciamento das barragens e como isso culminou no seu rompimento e na degradação do ambiente natural, social, histórico e cultural. No que diz respeito aos aspectos ambientais foi destacado como a contaminação dos rios impacta não só a saúde da população, mas envolve também a questão econômica relacionado ao consumo da população e à exploração dos recursos naturais.

De fato, alguns aspectos sociocientíficos aparecem relacionados com maior frequência do que outros. Na Figura 16 observamos um diagrama que apresenta, em porcentagens relacionadas ao tempo total de cobertura, como cada um dos aspectos foi articulado e em que medida eles foram associados. O tamanho dos círculos traduz a predominância de cada um dos aspectos sociocientíficos, e a espessura das linhas, o grau de associação entre elas.

Figura 16 – Porcentagem de correlação entre os aspectos sociocientíficos durante a discussão do problema



Fonte: Dados da pesquisa.

Tanto as figuras 14 e 15 quanto a Figura 16 são representações esquemáticas que nos auxiliam a compreender como os aspectos sociocientíficos foram articulados e em que medida podemos encontrar padrões para essas articulações. Todavia, levando em consideração as limitações desta pesquisa, principalmente por conta de não termos considerado as relações compostas de três ou quatro aspectos sociocientíficos, não é possível extrapolar os resultados encontrados para outros contextos. Ainda assim é possível reconhecer, não só com base nos

resultados, mas também no aporte teórico de nossos referenciais (VIGOTSKI, 2001; LEONTIEV, 1978; ENGSTRÖM, 2016; GIORDAN, 2013), como o problema sociocientífico no papel de objeto central da atividade permite o desenho de práticas pedagógicas nas quais são valorizados os contextos sociais, históricos e culturais, viabilizando a articulação entre os diferentes aspectos sociocientíficos.

De fato, empregar o problema como elemento articulador entre o tema, as atividades e o conteúdo, como já fora preconizado no MTE, é uma estratégia potente para promover a articulação entre os aspectos sociocientíficos. No entanto a prevalência de alguns aspectos em detrimento de outros pode ser um indício da presença de tensões e/ou contradições relacionadas à temática e/ou aos sujeitos que participam da pesquisa. Nesse sentido, estudar como o problema sociocientífico aparece e é articulado aos aspectos sociais, econômicos, ambientais e científicos nas atividades realizadas pelos estudantes e nas entrevistas realizadas com os tutores pode ser um caminho para compreender e, quem sabe, superar essas tensões/contradições.

4.2. Elaboração do relatório final

As atividades realizadas no AVA tiveram como conclusão a elaboração de um relatório técnico para ser encaminhado a cada uma das instâncias apresentadas ao longo das aulas: o Ministério Público Federal (MPF), o Movimento dos Atingidos pelas Barragens (MAB) e a Vale. Ao todo coletamos seis relatórios que foram elaborados a partir das discussões levantadas durante as aulas síncronas e das atividades presentes no AVA. O roteiro de orientação e o modelo de organização estão disponíveis no Apêndice F. Os relatórios foram analisados levando em consideração cada uma das etapas desenvolvidas para a sua elaboração: o esboço do trabalho, o texto final do relatório, o vídeo da reunião com os tutores e a apresentação, em vídeo, dos relatórios. Nos Quadros 20 a 23 apresentamos uma análise comparativa de cada um desses elementos para os trabalhos elaborados pelos grupos 2 e 3.

Para selecionar os grupos a serem analisados, consideramos alguns aspectos: avaliamos o percentual de participação nas aulas de cada um dos integrantes dos grupos, considerando a presença nas aulas síncronas e os momentos de fala durante as aulas, ou seja, os momentos em que o aluno interagia na aula, sobrepondo a fala do docente, em uma discussão com o professor e/ou com seus colegas, fazendo um comentário sobre os textos e vídeos e/ou realizando a leitura de informações presentes na plataforma; a partir da ferramenta disponível no AVA também avaliamos o tempo de dedicação ao curso, considerando quanto tempo cada um dos alunos ficou conectado ao ambiente do primeiro ao último dia do curso; computamos a porcentagem de

entrega do relatório final e das 11 atividades distribuídas ao longo dos seis módulos por parte de cada um dos integrantes dos grupos; consideramos a relação de interação dos estudantes com os tutores, levando em conta o número total de respostas do estudante à pergunta principal e aos comentários do tutor, e relacionamos com o número de devolutivas dos tutores; por último, avaliamos a realização e entrega de todas as etapas do trabalho final. A relação entre os grupos e os estudantes que participaram do desenvolvimento desta pesquisa está apresentada no Quadro 19, observado que o nome e o grupo dos sujeitos foram alterados por questões de anonimato. A relação completa dos alunos que participaram desta pesquisa consta do Apêndice G.

Quadro 19 – Seleção dos grupos para análise dos dados do relatório final

G	Alunos	Presença %/ participação nas aulas (momentos de fala)	Dedicação ao curso (26/04 – 30/06)	Entrega das atividades	Interações com os tutores A/T	Trabalho final
2	Alice	75/0	14h16min	11/11	8/10	Ok
	Bianca	94/1	9h28min	11/11	8/12	Ok
	Gael	88/14	27h10min	11/11	6/11	Ok
	Helena	13/0	6h17min	10/11	0/9	Ok
	Tomaz	69/0	7h31min	11/11	7/10	Ok
3	Cida	100/43	47h	11/11	26/32	Ok
	Estela	81/5	50h49min	11/11	10/15	Ok
	Igor	38/0	4h25min	6/11	0/4	Ok
	Laura	100/69	30h10min	11/11	24/33	Ok

Fontes: dados da pesquisa.

No Quadro 20 descrevemos como foram organizados os esboços de cada um dos grupos selecionados, quais os principais tópicos que fariam parte do trabalho final e as ideias que nortearam o desenvolvimento do relatório.

Quadro 20 – Resumo dos esboços elaborados para o trabalho final

Grupo	Relatório técnico – Esboço do trabalho
2	O esboço elaborado para o trabalho final foi apresentado em forma de tópicos. Os alunos se preocuparam em explicar as informações que estariam presentes no trabalho e a forma como ele seria organizado. Dentre as informações presentes estavam a apresentação geral do problema, os indícios que mostrassem a instabilidade da barragem, a responsabilidade da mineradora e informações técnicas sobre os tipos de barragens. O grupo propôs um olhar sob a perspectiva do atingido e indicaram que apresentariam ações para recuperação ambiental. Além disso propuseram trazer estratégias para evitar eventos como esses, sem que a empresa perdesse sua margem de lucro.
3	O esboço do trabalho foi apresentado em forma de tópicos e perguntas. Em um primeiro momento o grupo propôs tratar dos crimes de forma ampla, falar de como ocorreu, porque e quem foram os atingidos. Após essa apresentação, os tópicos indicavam uma abordagem das consequências (para todos os envolvidos/atingidos), as fraudes e a denúncia feita pelo MPF. A partir da denúncia eles se comprometeram em estudar os principais crimes associados e a situação atual de cada um deles. Por fim, trouxeram tópicos a respeito da ANM, dos modelos de barragem e das soluções possíveis para os problemas gerados pelo rompimento das barragens.

Fonte: dados da pesquisa.

Apesar de alguns relatórios não contemplarem toda a ideia trazida nos esboços, o intuito dessa fase era de adiantar o processo de elaboração do trabalho e fornecer material suficiente para a reunião de orientação com os tutores que seria realizada na semana seguinte. No esboço do Grupo 2 notamos uma preocupação maior em trazer aspectos técnicos dos eventos que levaram ao rompimento das barragens, no entanto, apesar de propor um olhar “sob a perspectiva do atingido”, o grupo tentou articular também questões sobre a manutenção dos ganhos da empresa. Apesar de essa relação parecer contraditória, preferimos deixar para discuti-la no quadro que trará informações sobre o conteúdo do relatório final. Ainda em relação a esse primeiro grupo destacamos: houve uma preocupação dos integrantes em apresentar o problema que seria tratado no trabalho e, além disso, uma tentativa de articular os quatro aspectos sociocientíficos: sociais, ao destacarem a perspectiva do atingido; ambientais, ao mencionarem aspectos para recuperação ambiental; científicos, ao falarem sobre parâmetros que seriam apresentados para trazer informações técnicas sobre as barragens e também as ações para recuperação ambiental; e os econômicos, ao se preocuparem com a manutenção dos lucros da empresa. O esboço apresentado pelo Grupo 3 trouxe um conjunto maior de informações, cuja organização em tópicos levou em conta principalmente os aspectos sociais relacionados ao problema, os principais atingidos, além de um estudo dos crimes associados e das consequências causadas pelo rompimento das barragens. Além disso, o grupo também se preocupou em destacar que seriam apresentadas possíveis soluções para as consequências causadas pela chegada da lama. Embora esse grupo tenha colocado em seu esboço aspectos

relacionados ao estudo dos modelos de barragens, a preocupação com questões técnicas, científicas e econômicas mostrou-se bem menor em comparação ao que foi apresentado pelo Grupo 2, o que nos fez questionar em que medida essas diferenças poderiam refletir na articulação dos aspectos sociocientíficos no trabalho final.

Em seguida cada um dos tutores estudou o conteúdo do esboço apresentado pelo grupo a seu cuidado e organizou a reunião de orientação ao trabalho final, que ocorreu durante o período de aula e foi gravada por meio da plataforma *Google Meet*. O conteúdo de cada uma delas foi estudado e está resumido no Quadro 21.

Quadro 21 – Resumo das orientações dos tutores para elaboração do trabalho final

Grupo	Relatório técnico – Reunião de orientação
2	<p>Apenas dois integrantes do grupo participaram da reunião, e um deles se mostrou preocupado em encontrar informações válidas para elaboração do texto. O tutor indicou algumas referências e reforçou que os textos presentes no AVA poderiam ser utilizados. Além disso, o tutor reafirmou a importância das informações específicas a exemplo dos principais danos, as consequências, os tipos de barragens, os indicadores de contaminação e os tratamentos.</p> <p>Para finalizar, o tutor apresentou o modelo de relatório que deveria ser observado e pediu que os alunos não se esquecessem de contemplar os aspectos científicos no texto.</p>
3	<p>No encontro com a tutora todos os integrantes participaram. Antes das orientações específicas a tutora aproveitou para parabenizar todos do grupo pela participação no AVA. Em seguida ela deu início a uma apresentação de slides com os tópicos apresentados no esboço e com as orientações para cada um dos tópicos. Em todo discurso a tutora deixou bastante claro as principais discussões que deveriam estar presentes no texto, a importância de trabalhar com aspectos da Química e enfatizou o caráter social que este projeto tem.</p> <p>Uma das alunas aproveitou para tirar algumas dúvidas sobre a metodologia, o vídeo e as considerações finais e a tutora explicou trazendo alguns exemplos técnicos de como essas seções deveriam ser elaboradas.</p>

Fonte: dados da pesquisa.

Nas reuniões, que duraram entre dez e 15 minutos, os alunos tiraram suas dúvidas e os tutores fizeram comentários e orientações a partir do conteúdo apresentado no esboço.

Apenas dois dos alunos participaram da reunião do Grupo 2, e as principais dúvidas apresentadas estavam relacionadas à organização do relatório e à coleta de informações. Por esse motivo, percebendo a falta de alguns tópicos relevantes, o tutor Gustavo achou válido mencionar assuntos que poderiam ser adicionados às discussões, como os modelos de barragens, os danos ambientais e as medidas de recuperação e minimização desses danos. No Grupo 3 a dinâmica da reunião foi um pouco diferente: a tutora Sandra organizou um conjunto de slides para comentar cada um dos tópicos trazidos no esboço e durante toda sua fala enfatizou a importância de trabalhar com aspectos da Química, relacionando-os aos aspectos sociais, econômicos e ambientais amplamente discutidos nas aulas.

Vale ressaltar que antes desse encontro dos tutores com os estudantes a pesquisadora realizou um encontro com todos os tutores que participaram desta pesquisa para discutir os objetivos da elaboração do relatório técnico, apresentar e estudar cada uma das entregas prévias realizadas pelos grupos e debater as principais informações e discussões que poderiam ser realizadas na reunião com os estudantes. Considerando o pouco tempo que cada tutor tinha com seu grupo não nos cabia exigir que todos os elementos do projeto fossem discutidos, motivo pelo qual deixamos a critério do próprio tutor entender as necessidades e demandas do grupo no momento da reunião.

Tanto os esboços dos relatórios quanto as reuniões de orientação foram etapas muito úteis para que pudéssemos acompanhar alguns dos processos de elaboração do relatório. No Quadro 22 trazemos uma análise dos principais aspectos encontrados no relatório final dos dois grupos.

Quadro 22 – Resumo dos trabalhos finais

Grupo	Relatório técnico – Trabalho final
2	<p>O texto elaborado pelos estudantes deixa claro que o perigo de rompimento das barragens era conhecido pelas empresas e que a precariedade do sistema de monitoramento contribuiu para que as barragens cedessem. Além disso, traz críticas sobre as fraudes cometidas pela empresa nos relatórios de estabilidade e as tentativas de terceirização da culpa. Em um dos tópicos, o grupo também fala sobre a existência de outras barragens na iminência de rompimento e critica a autorregulação de empresas mineradoras. O relatório apresenta informações a respeito dos tipos de barragens utilizados nos locais de rompimento e fala sobre o plano emergencial que foi ignorado.</p> <p>Ao trazer a forma como os eventos vinha sendo tratados os estudantes mostraram indignação com a demora para a resolução dos eventos, e também abordaram o fato de a VALE ter aumentado seu valor no mercado mesmo após os rompimentos, e sugeriram que isso poderia ser consequência do desconhecimento da informação sobre o ocorrido por parte dos outros países. Nas considerações finais o grupo apresentou algumas formas para minimizar e recuperar as áreas atingidas e, em sua conclusão, responsabilizou as empresas por todos os danos causados e criticou a falta de consideração com os atingidos.</p>
3	<p>O relatório apresentado pelo grupo foi bem elaborado e, ainda que de uma forma um pouco superficial, abordou todas as informações que foram solicitadas na atividade. Os tópicos trazidos no esboço foram contemplados, a eles foram adicionadas informações sugeridas pela tutora. A apresentação e o objetivo deixaram claro os caminhos que deveriam ser trilhados, e a descrição dos crimes foi bem elaborada. Além de apresentar os principais responsáveis, o grupo trouxe também as consequências do rompimento para a empresa, principalmente aquelas de ordem judicial. O grupo também fez menção às principais fraudes encontradas nos documentos e às denúncias feitas pelo MPF, apesar de não ter discutido nenhuma delas como foi sugerido no esboço. A falta de atuação da ANM e os problemas desse órgão também foram abordados. Por fim, eles falaram sobre os modelos de barragem, tanto os utilizados quanto os disponíveis, e discutiram qual seria o melhor modelo para barragens semelhantes às localizadas em Mariana e Brumadinho. Na conclusão, o posicionamento contra as empresas ficou evidente.</p>

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise dos relatórios nos permitiu identificar algumas questões a respeito do desenvolvimento desta pesquisa e da relação do problema com os aspectos sociocientíficos. Ambos os grupos apontaram o rompimento das barragens como consequência de ações irresponsáveis das empresas que gerenciavam esses empreendimentos e os classificaram como crimes. No relatório do Grupo 2 também encontramos críticas ao processo de autorregulação das empresas e comentários sobre a tentativa de terceirização da culpa, uma vez que os alunos justificaram que em grande parte das notícias veiculadas ficou evidente que os envolvidos não assumiam a responsabilidade pelos ocorridos. Ainda nesse grupo observamos que alguns dos pontos mencionados no esboço deixaram de ser abordados com profundidade e que chamaram a nossa atenção, a exemplo do “olhar sob a perspectiva do atingido”, que apareceu de forma sutil nas críticas que foram tecidas pelo grupo na conclusão do relatório. Além das discussões sobre os modelos de barragens que, cuja estabilidade possibilitam a redução de gastos com reparações, os estudantes não acrescentaram informação que enriquecesse a discussão sob o aspecto econômico. Os aspectos sociais e ambientais aparecem com mais frequência nas discussões sobre os atingidos, sobre os impactos causados à fauna e à flora da região e a forma como esses impactos estão relacionados. Os aspectos científicos apareceram de forma tímida nas menções das características técnicas das barragens e dos processos de monitoramento, além das ações que podem auxiliar na recuperação das áreas atingidas.

No relatório apresentado pelo Grupo 3 foram apresentadas as principais consequências judiciais sofridas pelas empresas responsáveis pelo cuidado e monitoramento das barragens. Além disso, o grupo demonstrou como foi possível comprovar as fraudes no processo de investigação do rompimento das barragens a partir dos documentos oficiais e da denúncia feita pelo MPF. A falta de atuação da ANM e os problemas relacionados à carência de corpo técnico desse órgão também foram mostrados. O grupo também discutiu os diferentes tipos e modelos de barragens, evidenciando pontos como estabilidade e segurança. Em suas discussões eles evidenciaram com frequência os impactos sociais causados pela chegada da lama e os prejuízos sociais, econômicos e ambientais decorrentes e, de forma mais superficial, ações que podem ser realizadas para recuperação das áreas atingidas.

Em ambos os trabalhos foi possível observar a influência das orientações e a presença de elementos destacados pelos tutores. Os aspectos econômicos, sociais e ambientais foram bem articulados nos dois relatórios, ainda que em ambos os aspectos científicos tenham sido tratados de forma tangencial, com evidências de que os alunos tiveram dificuldades em articular os conceitos específicos da disciplina de Química e, por esse motivo, acabaram abordando de

forma superficial assuntos relacionados às características da contaminação e às estratégias para recuperação dos danos ambientais.

Finalmente, no Quadro 23 apresentamos um resumo das principais considerações a respeito dos vídeos elaborados pelos estudantes.

Quadro 23 – Resumo dos vídeos produzidos pelos estudantes

Grupo	Relatório técnico – Vídeos produzidos pelos estudantes
2	O vídeo trouxe uma apresentação de slides bem organizada, cada um deles apresentado por um aluno, indicando que o trabalho teria sido bem dividido, embora haja indícios de que haveria um participante principal, ainda que todos os integrantes tenham dominado bem os assuntos trabalhados. Todas as informações presentes na apresentação estavam no relatório.
3	O grupo preparou um conjunto de slides para fazer a apresentação do trabalho, cujo conteúdo foi além do constante do texto do relatório, já que também exibia um conjunto de gráficos para discutir a presença de metais na água e o aumento da turbidez. Na apresentação os alunos levantaram alguns aspectos relacionados à Química e à recuperação dos danos ambientais.

Fonte: Dados da pesquisa.

Ambos os grupos prepararam seus vídeos a partir de gravações de tela do *Google Meet* e organizaram as informações do relatório em slides, dividindo as falas entre os participantes. Somente o Grupo 3 trouxe informações diferentes do relatório escrito, uma vez que além de incluir algumas falas sobre ações para recuperação dos danos ambientais eles também apresentaram gráficos que não foram discutidos no relatório. Vale destacar que a presença dos aspectos científicos articulados aos aspectos ambientais na apresentação dos estudantes do Grupo 3 foi bem construída, o que nos faz questionar em que medida a dificuldade de articular os aspectos científicos pode estar relacionado, também, ao modo de comunicação por escrito. De maneira geral a apresentação foi muito semelhante ao que seria esperado em uma situação de encontros presenciais.

Acompanhar o processo de elaboração do trabalho final nos permitiu analisar de que forma os alunos entenderam a proposta. Os relatórios apresentaram o rompimento das barragens como crimes, destacaram as empresas mineradoras como principais responsáveis e consideraram a população e o meio ambiente como atingidos primários indo ao encontro do que a sequência didática preconizava desde o início e concordando com as discussões desenvolvidas ao longo das aulas. No tópico seguinte apresentamos algumas considerações a respeito das entrevistas realizadas com os tutores que corrigiram e orientaram os trabalhos

descritos. Além disso, analisamos a construção do problema na SD e também aspectos relacionados à atuação dos tutores no AVA e junto aos estudantes da Etec.

4.3. Entrevistas

Ao final das atividades desenvolvidas no ambiente virtual, realizamos entrevistas com alguns atores que participaram desta pesquisa, sendo eles: o professor responsável pela turma, seis alunos do curso técnico integrado e dois tutores. Nesta seção nos concentramos em trazer aspectos discutidos durante as entrevistas com os tutores, identificando de que forma eles entenderam e trabalharam com o problema sociocientífico, qual sua relação com os ambientes virtuais de aprendizagem e com atividades de tutoria e como eles se enxergavam trabalhando como docentes no futuro.

Os cinco tutores envolvidos com o AVA tinham a incumbência de acompanhar as atividades desenvolvidas na plataforma, registrando comentários e trazendo considerações durante a elaboração do relatório final, cada um deles sendo responsável por dois grupos que contavam com oito alunos, em média. Para selecionar os sujeitos que participaram das entrevistas concordamos em analisar o número de interações no AVA, o discurso em cada uma dessas interações, os relatórios entregues na disciplina de MEQ e os tipos de estratégias desenvolvidas para promoção do diálogo.

Em um primeiro momento, selecionamos a tutora Sandra, levando em consideração o elevado número de interações desenvolvidas no AVA, o modo de trabalhar o problema e de conduzir a construção dos significados, algumas observações específicas feitas durante as reuniões e as diferentes estratégias utilizadas para a promoção do diálogo. O outro tutor escolhido para a entrevista foi Gustavo, que apesar de poucas interações no AVA se mostrou empenhado em dinamizar estratégias para incentivar a participação dos estudantes, estratégias essas que foram descritas em seus relatórios. Por acharmos relevante entender de que forma as diferentes abordagens proporcionaram, ou não, a participação dos estudantes, consideramos convidá-lo para a entrevista.

Nesta dissertação optamos por apresentar os aspectos gerais de cada uma das entrevistas e discutir como cada um dos tutores enxergou a relação entre o problema e o conteúdo sociocientífico. As entrevistas com Sandra e Gustavo foram transcritas e estão disponíveis nos apêndices H e I, respectivamente. Não há dúvidas de que as possibilidades de análise são muito amplas e que podem ser desenvolvidas em trabalhos futuros.

As entrevistas foram divididas em quatro seções: na primeira questionamos a respeito da experiência dos tutores com a docência e com questões sociocientíficas; em seguida abordamos aspectos técnicos e de trabalho relacionados ao AVA; na terceira seção fizemos algumas perguntas relacionadas a interações no AVA ou a falas feitas em sala de aula; e, para encerrar, perguntamos sobre perspectivas futuras relacionadas ao uso de QSC e do AVA na prática docente de cada um deles. Os roteiros elaborados para cada uma das entrevistas estão disponíveis nos apêndices J e K.

Dividiremos a apresentação desses resultados em quatro seções, apresentadas a seguir, colocando em destaque o desenvolvimento da problematização da mesma forma como realizado com as entrevistas.

4.3.1. Experiências com a docência e questões sociocientíficas

Ambos os tutores, Sandra e Gustavo, têm 23 anos e cursam, respectivamente, o 12º e o 8º semestre do curso de Licenciatura em Química na Universidade de São Paulo. Quando perguntados sobre as práticas docentes, Sandra relatou ter pouca experiência e que não atuou de forma ativa em salas de aula presenciais por ter iniciado as atividades de estágio no ano de 2020. Já o tutor Gustavo afirmou ter trabalhado em um projeto de ciências desenvolvido em uma escola particular próxima a sua residência, na qual sua mãe era coordenadora. Durante a pandemia ambos cursaram a disciplina de Política e Organização da Educação Básica em uma ação de estágio curricular em escolas públicas e realizaram atividades relacionadas às propostas da disciplina de Metodologia em Ensino de Química, como a elaboração e aplicação de minicursos em AVA e interações *on-line*.

O desenvolvimento de atividades com questões sociocientíficas foi novidade para os dois tutores. Sandra, ao ser questionada sobre as potencialidades e limitações do uso de QSC no Ensino de Ciências, afirmou que as dinâmicas diferenciadas podem facilitar o engajamento dos estudantes e promover um maior interesse por parte deles (turno 26, Apêndice H). No entanto, como uma limitação, a tutora destacou que dependendo da forma como as atividades são organizadas as discussões podem acabar priorizando muito mais os aspectos sociais relacionados ao problema do que os conteúdos científicos. Em outros momentos do diálogo e em discussões em sala de aula (que não foram gravadas) a tutora apresentou essa mesma preocupação. Ela revelou uma espécie de angústia em desviar o tempo de aula para discutir aspectos que não sejam específicos dos conteúdos escolares, argumentando que há um conflito entre o ensino tradicionalmente desenvolvido nas instituições de ensino e o MTE com QSC,

motivo pela qual ela apresentou essa limitação para o desenvolvimento de atividades com QSC em sala de aula.

Já o tutor Gustavo disse acreditar que a principal limitação no uso das QSC em atividades escolares está relacionada ao tempo que essas propostas exigem para serem desenvolvidas (turno 34, Apêndice I). Além disso, assim como Sandra, ele apresentou como potencialidade a capacidade das QSC de engajar os estudantes e fazer com que eles aprofundem seus estudos (turno 32, Apêndice I).

Apesar da pouca experiência com QSC e AVA ambos os tutores se mostraram empenhados no projeto, realizaram suas atividades e buscaram ao máximo atender aos objetivos do estágio e àqueles apresentados no minicurso sobre atuação em ambientes virtuais, especificamente o de Barragens. Na seção seguinte trataremos um pouco sobre os aspectos relacionados à familiaridade desses tutores com o ambiente e com as interações *on-line*.

4.3.2. Atuação no Ambiente Virtual de Aprendizagem e interações *on-line*

Nesta seção vamos nos concentrar em apresentar as principais impressões dos tutores em relação ao AVA e aos diálogos estabelecidos com os estudantes. Dessa forma, as interações mediadas pelas ferramentas disponíveis no ambiente virtual serão apresentadas no próximo capítulo.

Em relação ao acesso e à utilização das ferramentas disponíveis na plataforma Sandra afirmou ter encontrado algumas dificuldades, mas mesmo assim considerou bons o *layout* e a organização do curso. Gustavo também elogiou a disposição dos materiais e a forma como os conteúdos e atividades foram organizados.

Um ponto destacado pelo tutor Gustavo sobre as dificuldades em trabalhar com ambientes virtuais foi a expectativa em relação às devolutivas dos estudantes e a possibilidade de não resposta (turno 96, Apêndice I). Segundo ele, suas expectativas sempre foram baixas nesse sentido. No entanto, ao notar que os alunos participavam das aulas síncronas e dialogavam com o professor responsável, ele imaginou que o empenho seria mantido no ambiente, porém não ocorreu (turno 88, Apêndice I). Sandra, ao contrário, sempre esperou que os alunos participassem do ambiente, mas se surpreendeu positivamente com a quantidade de respostas e interações geradas em seu grupo de alunos (turno 58, Apêndice H).

As principais estratégias adotadas pela tutora para estimular a participação dos estudantes foram fazer uma breve apresentação no início de cada comentário, destacando seu nome, sua disponibilidade para ajudar os estudantes e sua função no ambiente; empenhar-se em

diminuir os intervalos de tempo entre as respostas, uma vez que quanto mais rápido ela respondia ao aluno maior era a chance dele continuar a interação; e sempre deixar claro quando a interação estava finalizada ou ainda havia uma expectativa de resposta (turno 64, Apêndice H). Apesar de não atribuir o engajamento dos estudantes às suas investidas é de se reconhecer o bom desempenho dos estudantes que foram acompanhados por essa tutora. Em muitas ocasiões observamos um número de devolutivas maior do que quatro por parte dos estudantes acompanhados por ela, o que é um valor alto quando falamos de ambientes virtuais, nos quais nossa experiência mostrava que as médias eram de uma ou duas respostas, no máximo.

O tutor Gustavo, por conta da pouca participação dos alunos sob sua responsabilidade, ao longo do curso testou diversas estratégias para tentar promover o engajamento deles: diminuiu o tamanho de seus textos e o número de questionamentos trazidos em uma única postagem; passou a classificar as questões como “respondido” somente após receber as devolutivas dos alunos; e, como último recurso, mandou mensagem no *chat* de cada um dos alunos pedindo que voltassem nas perguntas para responder aos comentários (turno 98, Apêndice I).

Além de seu empenho pessoal, a atuação do tutor no ambiente virtual também estava condicionada à participação dos alunos, uma vez que era necessário que os estudantes respondessem às mensagens para que as interações pudessem ocorrer. Desse modo, é compreensível que o número de interações de Sandra tenha sido muito maior do que as interações de Gustavo, ou de qualquer outro tutor, já que seus alunos estavam muito mais ativos, tanto na plataforma, quanto nas aulas síncronas. A partir dessas e de outras atividades relacionadas à pesquisa, separamos algumas questões específicas para cada um dos tutores, que apresentaremos na próxima seção.

4.3.3. Perguntas contextualizadas e desenvolvimento da problematização

Nesta seção falaremos um pouco a respeito das perguntas que foram realizadas tendo como referência as atuações dos tutores no ambiente, concentrando-nos principalmente na percepção que ambos tiveram a respeito do desenvolvimento da problematização ao longo da pesquisa.

Para a tutora Sandra, separamos três perguntas específicas, a primeira sobre a utilização de questões para construção de significados e interação com os estudantes (turno 80, Apêndice H); também perguntamos por que ela acreditava que não tinha havido uma evolução dos conceitos químicos durante o desenvolvimento do projeto (turno 86, Apêndice H); e, por último,

questionamos sua afirmação, em uma das aulas, de que entre os tópicos abordados faltava a perspectiva da Vale (turno 94, Apêndice H). Já a Gustavo questionamos em que medida as diferentes estratégias promoveram, ou não, o engajamento dos estudantes (turno 98, Apêndice I), e também procuramos identificar o porquê ele tinha considerado que as respostas dos alunos, em relação à Química, tinham sido rasas (turno 102, Apêndice I).

Com relação às atividades trabalhadas nesta pesquisa e o desenvolvimento da problematização, Sandra destacou que faltou um maior aprofundamento dos temas abordados em cada um dos módulos e que, por trazermos ao ambiente muitos temas diferentes, nenhum deles foi muito detalhado. Mesmo assim, ela destacou que nas condições em que a proposta foi aplicada, a escolha de um único tema poderia prejudicar o trabalho, deixando de lado aspectos e conhecimentos que também poderiam ser importantes para a pesquisa. Essa fala da tutora contrasta com outra que foi feita durante a entrevista, na qual ela disse que caso fosse possível acrescentar aulas à SD ela traria uma discussão sobre a Química, ou melhor, os conteúdos de química que, nesse caso, poderiam, ou não, estar atrelados a questões de origem social. Assim, podemos supor que o aprofundamento citado pela tutora tem a ver com a Química especificamente, sem trazer relação com o problema abordado na proposta.

Já o tutor Gustavo apresentou uma opinião diferente. Como a problematização se deu, principalmente, nas primeiras aulas, para ele seria necessário criar um contexto no qual os alunos tivessem a oportunidade de articular diferentes assuntos. De acordo com ele, não havia nada para destacar como algo que tivesse faltado na construção da problematização, tendo em vista que todas as questões colocadas foram bem trabalhadas.

Entretanto a falta de conteúdos e atividades específicas da Química durante as discussões e trabalhos desenvolvidos no AVA foi um ponto de convergência entre ambos os tutores. De acordo com Sandra, a forma como as atividades foram organizadas priorizou muito mais os aspectos sociais do que a Química em si, levando em conta que foram poucas as perguntas específicas dessa disciplina e que, sempre que elas apareciam, estavam relacionadas a outros aspectos, também importantes para discussão, mas que não necessariamente contribuía para o desenvolvimento dos conceitos científicos. Uma das soluções apresentadas pela tutora foi aumentar o tempo de intervenção da proposta e adicionar mais algumas aulas para tratar especificamente dos conceitos, com o AVA, as aulas síncronas e os materiais de estudo sendo específicos para os conceitos de química, e a contextualização podendo ser feita em outro momento.

Para o tutor Gustavo o desenvolvimento da problematização também deixou de lado a Química, principalmente nas primeiras aulas, nas quais, segundo ele, o problema foi

apresentado e contextualizado para os estudantes. Entretanto, diferentemente de Sandra, ele não considerou que isso fosse um problema, entendendo que era necessário destacar os aspectos sociais do problema no começo da intervenção. Ainda nessa perspectiva, o tutor afirmou que trabalhar com temas sociocientíficos exige um desprendimento maior dos conteúdos científicos. Embora tenha sugerido que os conteúdos poderiam ser apresentados no início das aulas, o que poderia contribuir para que não parecessem tangenciais, o tutor disse que não achava que isso fosse necessário e que tinha apresentado a estratégia somente para contemplar umas das perguntas da entrevista.

Ambos os tutores consideraram válida a experiência com o AVA e com as QSC. Gustavo, afirmou que tinha ficado clara a necessidade de organização e planejamento de uma aula, e que o uso de ferramentas digitais tinha evidenciado estratégias que poderiam ser usadas em aulas presenciais ou remotas, mostrou-se entusiasmado com a ideia de trabalhar com questões sociocientíficas e com o AVA em sua prática docente. Já a tutora Sandra destacou que o projeto mostrou para ela que propostas de ensino na modalidade remota podem funcionar e que, ao imaginar que o modelo híbrido deve permanecer ativo no Ensino Básico, considerava que o AVA seria uma boa plataforma para apoiar o trabalho docente. Além disso, apesar de reconhecer que as QSC exigem um tempo maior de elaboração e aplicação, ela afirmou que considerava utilizá-las em sua prática. Esses e outros aspectos podem ser encontrados na transcrição das entrevistas nos apêndices H e I.

Tendo em vista que toda pesquisa e as atividades relacionadas ao AVA tinham sido elaboradas com base nos referenciais sócio-histórico-culturais e tendo como princípio as diretrizes do MTE, julgávamos essencial, e quase lógico, que o problema sociocientífico fosse tomado como objeto central da atividade de ensino e aprendizagem dos tutores. Porém, os resultados nos mostraram que, mesmo assumindo um papel de destaque nas interações, com altas taxas de devolutivas e diálogos produtivos, a tutora Sandra pode não ter se apropriado do problema como elemento central da sua atividade e, para seguir a atuação na tutoria, arriscou-se em estratégias que driblavam a necessidade de articulação das atividades e discussões com o problema sociocientífico.

No próximo capítulo discutiremos de maneira mais aprofundada as características dessa tutora, levando em conta indícios em sua formação que podem justificar suas atitudes e a forma com que ela enxerga, interpreta e contextualiza o problema sociocientífico abordado nessa pesquisa e no desenvolvimento das atividades.

Capítulo 5 – O problema sociocientífico como elemento central da atividade de tutoria

Finalizamos o capítulo anterior destacando os principais pontos abordados durante as entrevistas com os tutores, dentre eles as experiências com a docência e com as questões sociocientíficas, as atuações no AVA, as questões específicas e contextualizadas com a problematização, e as perspectivas futuras a respeito do uso de QSC e AVAs na prática docente. Além disso, também apresentamos aspectos pontuais dos principais conjuntos de dados desta pesquisa, abordamos as aulas síncronas e verificamos como o professor e os alunos desenvolveram as discussões, articulando no contexto das aulas os aspectos sociais, econômicos, ambientais e científicos do problema. Analisamos ainda os principais pontos de desenvolvimento do trabalho final e discutimos como o problema foi articulado ao longo dessas etapas. Encerramos as discussões chamando a atenção para um aspecto peculiar de uma das tutoras estudadas.

Durante a entrevista realizada com a tutora Sandra notamos que por diversas vezes ela apresentou argumentos para justificar a minimização do tempo de abordagem do problema durante as aulas desenvolvidas. Primeiro, ela justificou que eram muitos os assuntos na SD, o que fez com que nenhum deles fosse amplamente aprofundado. Em outro momento ela disse que acrescentaria aulas específicas de conteúdos da Química para trabalhar os conceitos. Ela também apontou que uma das desvantagens do uso das QSC em sala de aula era a quantidade de tempo que essa abordagem demandava para o desenvolvimento das matérias. Por fim ela alegou que talvez tenha faltado um tópico específico para abordar o “lado da empresa” na discussão dos problemas na sequência de aulas. Entender como surgiram, se desenvolveram e foram, ou não, superadas essas tensões e/ou contradições apresentadas durante o estágio dessa tutora pode ser um caminho para compreender de que forma o problema promoveu a geração de conflitos e influenciou nas articulações, principalmente por ter sido mediado pelo Ambiente Virtual de Aprendizagem.

Por esse motivo, neste capítulo vamos nos concentrar em apresentar uma discussão que traga a correlação entre os dados já apresentados, os referenciais teóricos adotados para construção do nosso problema de pesquisa e as atividades de tutoria desenvolvidas durante a execução do projeto, tendo como foco a atuação da tutora Sandra. Dessa forma, exploraremos a discussão sobre como o enfoque didático baseado em problemas sociocientíficos influencia a formação inicial de professores, levando em conta os conflitos, tensões e contradições que são

observados tanto nas situações de interação entre uma professora em formação e os estudantes, como também em momentos de reflexão sobre a prática.

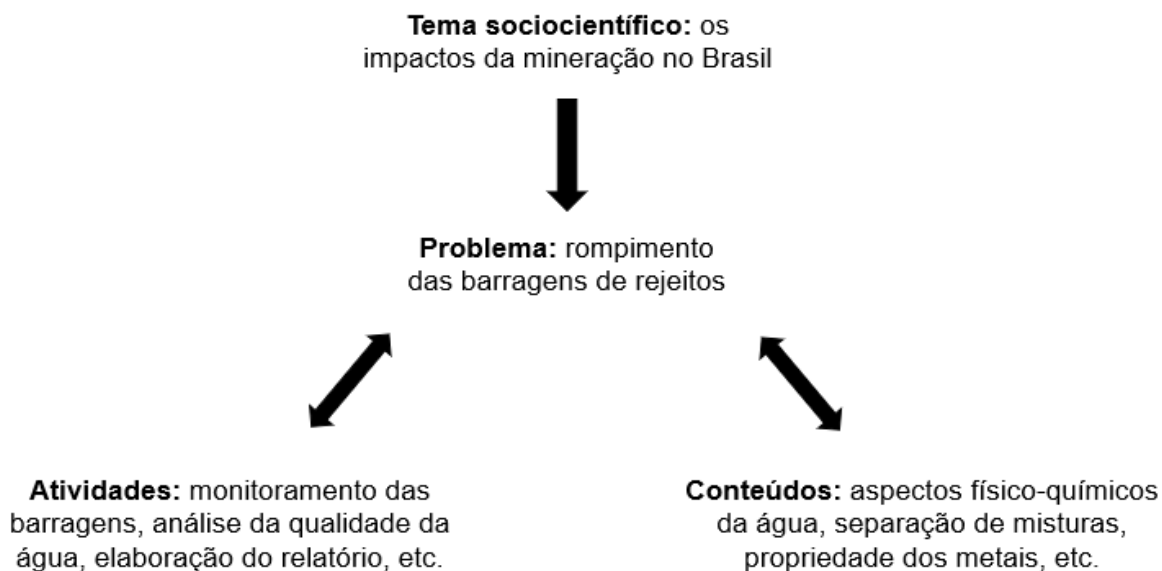
Dividiremos o capítulo em três seções: na primeira seção vamos reapresentar o problema de pesquisa e fazer uma síntese esclarecendo as principais categorias de análise e a forma como elas emergem dos nossos referenciais e nos ajudam a responder aos questionamentos de pesquisa; na segunda, vamos estudar as interações entre alunos e tutores mediadas pelo AVA, analisando, em alguns casos, como ocorreu o processo de reconhecimento, apropriação e contextualização do problema, bem como de que forma os conflitos e/ou contradições influenciaram nas articulações entre a tutora e os estudantes; por fim, na terceira seção vamos discorrer a respeito das interpretações do problema a partir da ótica da tutora, retomando alguns aspectos da entrevista e do diário de bordo, buscando reconhecer como, em sua formação, os episódios de ensino favoreceram suas concepções a respeito do problema.

5.1. Reapresentação do problema de pesquisa e as categorias de análise

Recordando o objetivo do nosso trabalho e os referenciais teóricos que sustentam nossas análises, consideramos que, tendo o MTE como fundamento para elaboração das atividades da SD sob uma perspectiva sócio-histórico-cultural, o problema didático do rompimento das barragens de rejeitos no Brasil cumpriu a função de elemento articulador entre os eixos estruturantes do modelo. Nesse sentido, toda interação síncrona ou assíncrona, dentro ou fora do ambiente virtual, foi amparada pelo problema que, por sua vez, permitiu investigar como ocorreram as transições entre os aspectos sociocientíficos (ambiental, social, econômico e científico) através das interações discursivas entre os estudantes, os tutores e o professor.

Na Figura 17 adaptamos o modelo elaborado por Gomes (2020) para o contexto da nossa pesquisa evidenciando que problema foi formulado a partir do tema sociocientífico da mineração no Brasil, tendo em vista o rompimento das barragens localizadas em Mariana e Brumadinho, no estado de Minas Gerais. Partindo dessa problematização foram organizadas atividades envolvendo o monitoramento das barragens, a análise da qualidade da água, a elaboração de relatório etc., considerando como conteúdos: parâmetros técnicos da estabilidade das barragens, dados físico-químicos para análise dos efluentes, técnicas de separação de misturas para recuperação das áreas atingidas e propriedades dos metais que influenciam na saúde da população.

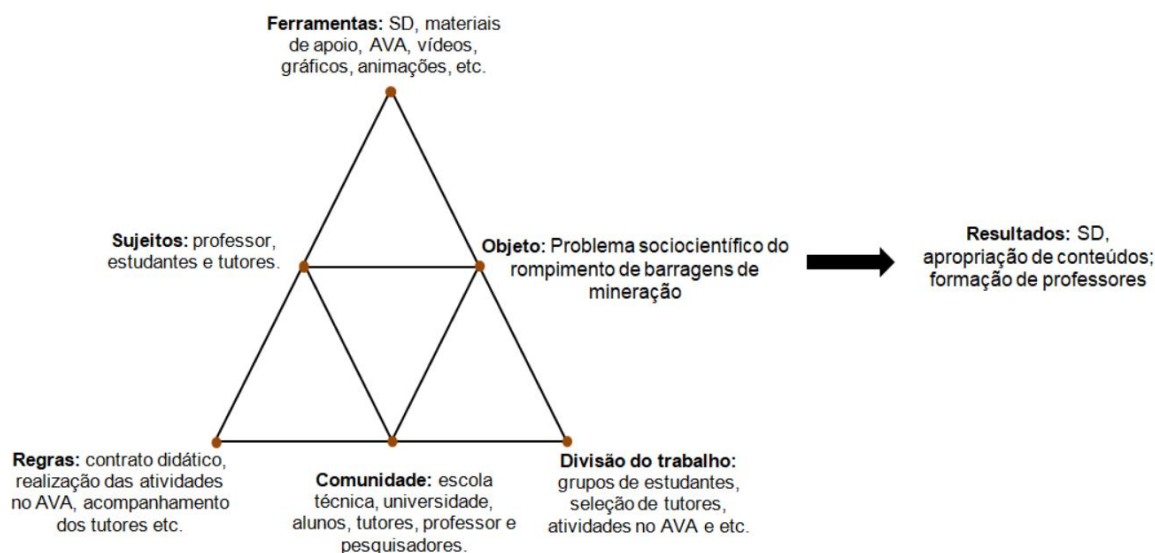
Figura 17 – Elementos constituintes do MTE e a inserção do problema sociocientífico no contexto desta pesquisa



Fonte: Autora, adaptado de Gomes (2020, p. 47)

As atividades realizadas em sala de aula também podem ser analisadas com base no modelo proposto por Engeström (2016), que representa os diferentes fatores que influem na organização dos sistemas de atividades. Por se tratar de uma pesquisa ampla e com dados de diferentes naturezas, optamos por elaborar um sistema de atividades que representasse as etapas de desenvolvimento da SD e contemplasse todos os sujeitos de pesquisa. Além disso, partindo dos elementos já apresentados, temos que o problema assume o papel de objeto no sistema de atividades, considerando que a sua finalidade central é atuar como orientador das ações, enquanto as atividades e conteúdos fazem parte dos instrumentos. Na Figura 18 apresentamos o sistema de atividades descrito.

Figura 18 – Sistema de atividades de ensino e aprendizagem



Fonte: Autores, adaptado de Engeström (2016, p. 105).

Para o problema central desta pesquisa, ou seja, investigar as formas de articulação dos aspectos sociocientíficos durante o estudo do rompimento de barragens de mineração, utilizamos os referenciais de base das QSC e das correntes de ensino CTS e CTSA (AULER, 2011; CONRADO; NUNES-NETO, 2018; PEDRETTI; NAZIR, 2011; MARTÍNEZ PÉREZ, 2012; ROSA; AULER, 2016; SANTOS; MORTIMER, 2002). Posto isto, buscamos analisar as discussões a respeito dos aspectos sociais, ambientais, econômicos e científicos e, com o auxílio do *Software NVivo® 10*, categorizamos as interações entre professor e alunos ao longo das aulas.

Além disso, nos propusemos a entender como ocorrem as interações mediadas pelo AVA para o ensino e aprendizagem dos conceitos científicos implícitos à questão principal, investigando a influência da problematização na dinâmica discursiva dos tutores. Nesse contexto, utilizamos principalmente os referenciais da teoria sócio-histórico-cultural, identificando como o problema sociocientífico é apropriado, ou não, pelos sujeitos da pesquisa, como surgem as tensões e contradições ao longo dos diálogos e de que forma elas são e/ou podem ser superadas.

Nessa perspectiva, na próxima seção iremos apresentar como ocorreram as interações mediadas pelo AVA, descrevendo os instrumentos utilizados para o diálogo, as estratégias de seleção dos sujeitos para a análise e as principais características de abordagem e contextualização do problema por parte dos alunos e da tutora ao longo das conversações que ocorreram por meio de mensagens.

5.2. Contextualização do problema nas interações mediadas pelo Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA)

Conforme descrito no Capítulo 3, os dados de interação e participação no AVA foram coletados por meio das ferramentas disponíveis no próprio ambiente. Vamos, nesse momento, estudar algumas dessas ferramentas, buscando compreender como podemos analisar os processos de reconhecimento, apropriação, abordagem e contextualização do problema por parte dos alunos e da tutora.

Ressaltamos que antes do início dos trabalhos no AVA, pedimos aos alunos que se dividissem em grupos de três ou quatro integrantes para, em um primeiro momento, distribuir os tutores por grupo de alunos.

Primeiro selecionamos as interações que envolviam a tutora Sandra. Apesar dos dados serem amplos e possibilitarem discussões para além do que esta dissertação poderia comportar, optamos por selecionar quatro interações nas quais pudéssemos observar uma mesma tendência nas abordagens da tutora. Para selecionar os alunos que fariam parte da pesquisa, consideramos a participação, os momentos de fala durante as aulas síncronas, a entrega de atividades, a interação com a tutora e a realização do trabalho final. O Quadro 24 apresenta a relação dos sujeitos selecionados.

Quadro 24 – Perfil dos sujeitos selecionados para análise das interações alunos-tutora

Interações aluno-tutora						
Grupo	Alunos	Tutora	Entrega das atividades	Presença %/ momentos de fala	Interações com os tutores A/T	Interação Módulo – Questão
3	Cida	Sandra	100%	100/43	26/32	M5 – Q1
	Estela		100%	81/05	10/15	M3 – Q2
	Laura		100%	100/69	24/33	M3 – Q2
						M4 – Q2

Fontes: Dados da pesquisa.

As primeiras quatro colunas do Quadro 24 apresentam características gerais dos atores das interações selecionadas para pesquisa. Vale destacar que todos os sujeitos eram integrantes do Grupo 3, foram acompanhados pela tutora Sandra e realizaram 100% das atividades propostas no AVA. A aluna Cida esteve presente em todas as aulas síncronas, participando de 43 momentos de falas; Estela teve 81% de presença nessas aulas, com apenas 5 momentos de fala; Laura teve 100% de presença e participou de 69 momentos de fala, o maior número de participações entre todos os estudantes. Ressaltamos que os momentos de fala foram

contabilizados levando em consideração as leituras de texto, as dúvidas a respeito do AVA e do problema, e os comentários sobre o assunto em discussão, ocorridos durante o período das aulas síncronas e que se sobrepunham à fala do professor.

O cálculo das interações foi realizado levando em conta as iniciações do tutor e as devolutivas dos estudantes, de forma que tanto a resposta do aluno à pergunta principal, como cada um dos comentários realizados pelo tutor foram contabilizados, assim como as devolutivas dos estudantes. Observamos, na maioria dos casos, um número maior de iniciações por parte da tutora, isso porque em algumas situações ela duplicava seu comentário para facilitar a interpretação dos estudantes, situações que foram contabilizadas como dois comentários da tutora, mesmo que a iniciação tenha partido de uma única resposta do estudante. Na Figura 19, apresentamos uma cópia de tela do AVA que exemplifica como as interações que foram contabilizadas:

Figura 19 – Cópia de tela das respostas e comentários no AVA

The screenshot displays the AVA interface with two main sections:

- Texto online**: Shows a student's response titled "Resposta do estudante" (362 palavras). The text discusses environmental legislation and crime, mentioning "Crimes ambiental escolhido: Crimes contra a fauna." and "Acredito que esse crime deve ser considerado na ...".
- Comentários sobre o envio**: Shows a list of comments titled "Diálogos entre tutor e estudante".
 - TUTOR** (Tue, 8 Jun 2021, 16:36 PM): "Olá, Aqui é sua tutora neste AVA. Comentário do tutor". "Gostei da escolha dos crimes. Fiquei curiosa para saber: por que esses?". "Tenho uma pergunta para cada crime: 1- No crime associado à legislação ambiental, você disse que "om o aumento do OD, dificilmente outros peixes conseguirão viver nesses rios tão cedo". Pode me explicar como o aumento dos níveis de OD podem afetar a fauna marinha? 2- No crime associado ao código penal, você disse que "o governo não se responsabilizou como deveria"; Diga-me: como o governo deveria responsabilizar-se? Qual o papel dele no Plano Emergencial? Será que ele é o único responsável?". "Aguardo retorno, Cibele 😊".
 - ALUNO** (Wed, 9 Jun 2021, 23:25 PM): "Comentário do estudante". "Bom, eu escolhi esses crimes porque foram os que mais me chamaram a atenção durante a leitura dos módulos, vídeos assistidos e todas as discussões feitas. Respondendo as perguntas: 1- Na verdade, acho que me confundi na hora de escrever, pois é a diminuição de OD que causa danos a fauna marinha. Só vai haver problemas caso a temperatura da água e a quantidade de OD forem preocupantes. Pois como apresentado no texto, o valor mínimo de oxigênio dissolvido (OD) para a preservação da vida aquática é de 5,0 mg/L, e abaixo disso já é um estado de alerta para as vidas marinhas. Eu tentei pesquisar sobre, mas não achei nada relacionado ao aumento do OD e suas consequências, apenas com a diminuição. 2- Eu acho que o governo deveria se responsabilizar dando o devido suporte a toda população que perderam as moradias, fazendo com que o Plano Emergencial dê certo e que possa ser distribuídos a todos com um valor significante para aquelas pessoas recomeçarem a sua vida. Não, ele não é o único responsável, pois a empresa da mineradora também deve se responsabilizar pelo ato e auxiliar a população da forma devida (dando um local para morarem temporariamente, água potável, alimentos, etc).".

At the bottom left, a note states: "Os demais comentários foram omitidos".

Fonte: AVA das Barragens.

Ainda que estivessem integrando o mesmo grupo e, conseqüentemente, sendo orientadas pela mesma tutora, as alunas Cida, Estela e Laura tiveram desempenhos diferentes durante as aulas e interações no AVA. As alunas Cida e Laura apresentaram quantidades expressivas de iniciação nas interações do AVA (32 e 33, respectivamente), enquanto Estela somou apenas dez interações da parte dela e 15 da parte da tutora. As interações selecionadas para discussão neste texto estão listadas nos Quadros de 25 a 34.

Faz-se importante evidenciar que as interações que serão aqui apresentadas fazem parte dos módulos III, IV e V e trazem discussões a respeito de aspectos científicos, sociais, ambientais e econômicos associados ao problema. Separamos os diálogos nos quadros de forma segmentada, organizando em células diferentes as respostas das alunas e os comentários/devolutivas da tutora, e também adicionamos a pergunta motivadora de cada interação.

Os conteúdos desenvolvidos em cada um dos módulos já foram amplamente discutidos durante o desenvolvimento deste texto, motivo pelo qual apresentamos somente um contexto geral que anuncia as questões de cada módulo.

Nas aulas que antecederam as interações presentes no terceiro módulo, foram discutidos os principais assuntos relacionados ao rompimento das barragens: vítimas, impactos ambientais e sociais, prejuízos econômicos e uma série de outros aspectos. Especificamente no Módulo III foram apresentados os diferentes tipos de barragens de rejeitos, trechos do “Estudo de Impacto Ambiental (EIA): a previsão do perigo e da probabilidade” e matérias jornalísticas nas quais eram mencionadas barragens em situações semelhantes às de Fundão e do Córrego do Feijão.

Na questão desencadeadora, partimos do pressuposto de que, após as leituras realizadas no módulo, os alunos seriam capazes de determinar se as estratégias estabelecidas para a escolha das barragens e as ações de monitoramento eram suficientes para determinar e/ou evitar o rompimento delas. Além disso, solicitamos que argumentassem sobre as estratégias, como as estudadas, que poderiam ser tomadas em localidades que ainda possuem barragens do mesmo modelo. Nossa proposta era desenvolver a argumentação dos alunos de modo que eles fossem capazes de opinar a respeito desses eventos tendo conhecimento dos critérios técnicos da estrutura das barragens.

No Quadro 25 transcrevemos a primeira interação entre a tutora Sandra e a aluna Estela:

Quadro 25 – Interação Estela e Sandra – questão 2 do Módulo III

Interação: M3 – 2	
Pergunta: Você acredita que o que aconteceu em Mariana e Brumadinho poderia/pode ser evitado? Quais cuidados devem/deviam ser tomados em locais com barragens do modelo a montante?	
Estela	<p>Sim, <u>principalmente na parte de vidas perdidas. Independente da barragem, necessita de um constante monitoramento, onde também tem sensores que detectam rumores, avisando quando pode haver uma ruptura.</u> Nisso <u>as populações de Mariana e Brumadinho podiam pelo menos ter sido alertadas</u>, para que pudessem evacuar da região, mas nem chance disso tiveram. Provavelmente em Mariana e Brumadinho <u>existiu uma negligência, tanto na parte do sensor, quanto na parte da fiscalização.</u> Já que tem <u>barragens mais seguras e estáveis, as empresas mineradoras podiam optar por elas.</u></p> <p>O item 3 do Módulo III traz a reportagem do Jornal <i>El País</i> chamada “As 50 barragens em alto risco que mantêm a bomba-relógio da mineração em Minas”, que diz que a <u>Vale sonegou informações sobre anomalias detectadas e mentiu sobre os riscos de rompimento.</u> E que existe <u>classificação dos níveis.</u> Segundo a ANM, se tivesse sido informada pela Vale que estava em nível avançado, <u>teria cobrado ações da empresa para evitar a tragédia.</u> Porém podemos ver uma <u>falha na própria ANM, por confiar apenas nos documentos enviados pela empresa,</u> mas como diz na matéria: “[...] ‘ANM é muito carente de corpo técnico qualificado para acompanhar mais de perto e de modo mais profundo os documentos que dizem garantir a segurança de tais barragens’, acrescenta a procuradora”.</p> <p>Então, <u>para que não ocorram tragédias como essas, porque ainda há barragens em riscos, a Agência Nacional de Mineração deveria ter mais estrutura, responsabilidade e o controle periódico das fiscalizações das barragens.</u></p>
Sandra	<p>Olá, Estela. Sou Sandra, sua tutora neste AVA.</p> <p><u>Você acha que se a população tivesse sido alertada, ela saberia como agir para evacuar o local?</u> Outra pergunta: <u>como fazer que a ANM tenha mais “estrutura, responsabilidade e o controle periódico das fiscalizações das barragens”</u> como você citou?</p> <p>Aguardo retorno.</p>
Estela	<p>1) Na questão <u>de a população sair do local</u>, isso quem tem que ter um controle de todo o processo <u>acho que seria a empresa responsável</u>, existindo assim um <u>protocolo a seguir</u>, só não sei te falar como seria.</p> <p>2) <u>Talvez melhorando sua gestão, colocando mais técnicos para vistorias das mineradoras.</u> Assim, conseguindo fazer <u>o monitoramento e a fiscalização</u> anual necessária.</p>
Sandra	<p>Olá, Estela, aqui é Sandra.</p> <p>Sobre o ponto 1, você colocou todos os pontos importantes: <u>que isso precisa ser um processo controlado e que alguém precisa ser responsável por ele</u> (no caso, você considera que isso é responsabilidade da empresa). Está muito bom! Os detalhes nós deixamos para os especialistas, não é?</p> <p>Sobre o ponto 2, <u>apenas mais pessoal e uma troca de gestão resolveria o problema? Será que o atual modelo de fiscalização não poderia ser repensado? Se sim, como?</u></p> <p>Aguardo mais um comentário seu.</p>
Estela	<p>Acho que sim, porém uma <u>gestão empenhada, com profissionalismo, responsabilidade e ética.</u> Até porque se a ANM tivesse feito a <u>fiscalização poderia ter evitado toda essa tragédia.</u></p> <p>Estou com uma dúvida: A carência de corpo técnico e estrutura seria por falta de verba?</p>
Sandra	Olá, Estela, aqui é a Sandra.

	<p>Você colocou uma questão muito boa. <u>Eu não sei responder</u>. Precisaria analisar as contas a ANM com calma. Contudo <u>ACHO que o problema não é só verba</u>. Pense bem: <u>se você tem dinheiro para ir num mercado comprar ingredientes para o almoço, mas você não sabe cozinhar, você pode gastar todo o dinheiro com os ingredientes errados, não é?</u> Talvez a questão seja <u>profissionais qualificados para gastar esse dinheiro</u>. Outra questão pode ser <u>legislação malfeita ou desatualizada, porque não há um químico ou especialista em meio ambiente para dizer o que deve ser fiscalizado</u>. Por exemplo: a lei anti-<i>fake news</i> brasileira propunha que só seria crime se a <i>fake news</i> viesse de um computador brasileiro; então se a pessoa comprasse um computador importado e publicasse uma notícia falsa, não seria crime. Será que ninguém pensou nisso na hora de propor a lei?</p> <p>Talvez haja outras questões mais complexas envolvidas também.</p> <p>O que você acha disso tudo?</p> <p>Se quiser continuar esse papo, só mandar mais um comentário.</p>
--	---

Fonte: Dados da pesquisa.

Ao trazer uma comparação entre o rompimento das barragens localizadas em Mariana e Brumadinho, a aluna apontou para as vítimas e as vidas que foram ceifadas pela lama. Esse destaque se faz importante tendo em vista que também nas aulas síncronas os aspectos sociais foram os mais articulados nas discussões sobre o problema. Além disso, o principal ponto destacado pela estudante foi o monitoramento das barragens. A aluna também realçou a importância da supervisão da infraestrutura independentemente do modelo de barragem escolhido, não só para evitar que as barragens rompam, mas também para avisar a população sobre os riscos com antecedência e evitar um número maior de vítimas.

Para as barragens de Fundão e Córrego do Feijão, a aluna reconheceu que houve negligência por parte da empresa e da Agência Nacional de Mineração. No entanto em relação à ANM ela ponderou a possibilidade de insuficiência de estrutura e de funcionários qualificados da própria agência. Ainda nesse contexto, a aluna também criticou a confiança depositada pela ANM na empresa mineradora, afirmando que é preciso uma melhor fiscalização e mais cuidado por parte da agência, ou seja, que as análises da estabilidade das barragens não sejam realizadas somente pela empresa mineradora.

Na primeira intervenção da tutora, notamos a mesma estratégia já discutida durante a entrevista: uma apresentação seguida de perguntas e comentários sobre as respostas dos estudantes. Ainda que estejam interagindo na mesma questão é marcante como a tutora repete sua apresentação ao início de cada comentário direcionado à estudante e procura deixar clara a posição que ela ocupa dentro do ambiente, ou seja, de tutora (“sua tutora neste AVA”). A relação hierárquica marcada pela tutora evidencia um apego às relações estabelecidas nas salas de aula “tradicionais”, nas quais o professor assume um papel de autoridade, enquanto os alunos são subordinados.

Vale destacar também como a tutora faz a escolha dos temas para desenvolver a interação, partindo de um conceito mais geral para um mais específico ao longo dos diálogos. No entanto, o que nos chamou a atenção foi a última interação da tutora. Ao se deparar com uma pergunta que ela não soube como responder, a tutora recorreu a exemplos e analogias distantes do problema didático para explicar a situação. Para isso a tutora apresentou um exemplo de supermercado, considerando que, talvez, pudesse estar mais próximo do cotidiano da estudante, e em seguida fez menção à Lei Anti-*Fake News* de 2020.

Embora ambos os exemplos se afastem do problema das barragens, se recuperarmos um trecho do diário de bordo da mesma tutora podemos compreender sua estratégia. Ao comentar sobre um exemplo apresentado em aula pelo professor, a tutora registrou: “será que o fato de o exemplo não estar no dia a dia do aluno impede a compreensão?”. Nesse recorte entendemos que para a tutora a presença de exemplos que estejam no “dia a dia” dos estudantes pode facilitar a compreensão deles. Entretanto, desconsiderar o problema das barragens como um assunto do cotidiano dos estudantes, mesmo com a grande veiculação de informações pela mídia, nos faz questionar em que medida esse “dia a dia”, citado pela tutora, também tem relação com a localização geográfica do assunto abordado.

Além disso, o uso das analogias demonstra como a tutora organiza seu pensamento para estruturar explicações a respeito de assuntos que ela não tem pleno domínio. Para os exemplos apresentados, consideramos que a analogia do supermercado diz respeito à má gestão do dinheiro da ANM, enquanto a analogia das leis anti-*fake news* se coloca no sentido de traduzir a inadequação e a incapacidade das leis atuais em contemplar casos como os de construções e rompimento de barragens.

Com relação à articulação dos aspectos sociocientíficos é possível notar uma diferença entre as partes: na resposta da estudante observamos elementos que caracterizam aspectos sociais, econômicos e científicos, como a preocupação com as pessoas que sofreram com o rompimento das barragens, a falta de estrutura econômica da ANM para viabilizar a fiscalização dessas barragens e os elementos técnicos e científicos que estão por trás do monitoramento citado pela estudante. Os questionamentos trazidos pela tutora corroboram a proposta da pergunta e incentivam a aluna a articular melhor seus conhecimentos, no entanto a tutora deixou de estimular uma discussão articulada entre os aspectos sociocientíficos e o problema didático, uma vez que se afastou de forma evidente do tema em seus exemplos.

A próxima interação, apresentada no Quadro 26, também foi retirada do terceiro módulo de atividades do AVA e teve como protagonistas a aluna Laura e a tutora Sandra.

Quadro 26 – Interação Laura e Sandra – questão 2 do Módulo III

Interação: M3 – 2	
Pergunta: Você acredita que o que aconteceu em Mariana e Brumadinho poderia/pode ser evitado? Quais cuidados devem/deviam ser tomados em locais com barragens do modelo a montante?	
Laura	<p>Acredito que sim, poderia ter tido outro desfecho <u>caso as mineradoras tivessem prestado informações corretas sobre as situações das barragens e não tivessem maquiado tudo com a “vista grossa”</u>. Se tivessem sido <u>honestos</u>, poderiam ter tomado <u>medidas cautelares e cobrado ações emergenciais da empresa</u>, o que poderia evitar os desastres.</p> <p>Por ser o <u>método mais comum e mais barato</u> esse tipo de barragem necessita de alguns cuidados como: <u>Monitoramento</u> das próprias mineradoras; <u>Inspeções</u> que são reportadas e <u>analisadas para verificar se as barragens estão enquadradas na Política Nacional de Segurança de Barragens</u>; <u>Avaliação frequente</u> se os níveis de leituras dos instrumentos estão condizentes com as condições de operação normal das estruturas; <u>Softwares acompanham eventuais mudanças</u> que possam ocorrer em barragens; <u>Equipamentos geotécnicos automatizados</u> permitem informação em tempo real que ficam disponibilizadas; <u>Inspeções visuais</u> em que o técnico vai a campo verificar se há trincas ou qualquer indicação de que a barragem não está funcionando conforme tinha que funcionar; <u>Auditadas periodicamente</u>; <u>Laudos de estabilidade</u> das barragens emitidos com clareza e total verdade sobre situação; <u>Um plano emergencial</u> para a população para evitar maiores desastres caso desmorone. Lembrando que alguns dos cuidados que devem ser tomados não se aplicam somente para esse tipo de Barragem.</p>
Sandra	<p>Olá, Laura. Sou Sandra, sua tutora neste AVA.</p> <p>Por que você acha que as medidas que você citou, como <u>monitoramento, não aconteceram em Brumadinho e Mariana?</u></p>
Laura	<p>Porque, como as <u>empresas visavam o lucro</u>, era mais cômodo para eles que <u>mentissem nos documentos</u> para não terem que <u>gastar muito dinheiro com aparelhagens para monitoramentos</u> mais precisos e adequados. <u>E se houvesse esse monitoramento poderiam ter evitado um desastre maior com possíveis planos de ação.</u></p>
Sandra	<p>Olá, Laura!</p> <p>Aqui é a Sandra, sua tutora. Vi que você <u>interagiu nas aulas</u>, então acho que essa questão será fácil para você: <u>como mudar essa situação do monitoramento e evitar que aconteça algo semelhante no futuro?</u></p>
Laura	<p>Primeiramente as pessoas envolvidas têm que <u>deixar essa ganância de lado</u>, e não ficar com receio de <u>aplicar esse dinheiro, para a segurança</u> dos habitantes. Se fizerem <u>laudos corretos, investirem em barragens mais seguras</u> e fizerem o <u>devido monitoramento</u>, tomando as medidas corretas como cada barragem precisar, creio que pode evitar <u>que aconteça algo semelhante no futuro.</u></p>
Sandra	<p>Olá, Laura, aqui é Sandra!</p> <p>Infelizmente, <u>não dá para fazer as pessoas deixarem de ser gananciosas, como não dá para fazer elas mudarem sua cor preferida</u>. Mas <u>talvez dê para fazer algo concreto em relação ao monitoramento...</u> O que você acha? <u>Como tornar o monitoramento mais rígido?</u></p> <p>Aguardo retorno.</p>

Laura	Normalmente, <u>tais estruturas devem ser monitoradas por meios de inspeções visuais rotineiras e análises das leituras obtidas por meio das instrumentações existentes</u> , no entanto vale ressaltar que apesar de sua importância, essa metodologia não permite identificar <u>problemas internos</u> , como microfissuras com percolação de água, por exemplo, necessitando a utilização de <u>equipamentos adequados</u> . Por meio de algumas instrumentações pode-se <u>avaliar a segurança da obra ao longo de sua vida útil</u> , bem como <u>localizar regiões críticas ao longo da barragem</u> .
Sandra	Olá, Laura, aqui é a Sandra. Pelo que entendi da sua resposta, <u>colocar equipamentos mais sensíveis seria uma alternativa</u> . Se for isso, está perfeito, pois pode realmente ajudar. Uma última questão: <u>como convencer as empresas a usar esses equipamentos? Eles devem ser mais caros do que os já existentes. Que mecanismos o poder público pode usar para convencê-las? Ou talvez obrigá-las?</u> Aguardo seu comentário :D
Laura	Bom, depois de algumas pesquisas e leitura de artigos pude concluir que <u>devido ao modelo das barragens (montante) ser considerado um dos menos seguros</u> , sendo até proibido em certos locais, <u>é meio que obrigatório todos esses procedimentos de segurança e inspeção já que se trata de assegurar a segurança dos moradores ao redor, a proteção da fauna e flora lá existentes</u> . Pude observar que em algumas cidades a barragem pode ser utilizada, contanto que tenham todos os cuidados e façam o devido monitoramento. E com isso, <u>se essas empresas não respeitarem essa “ordem” poderiam ser acusadas de crime de homicídio culposo</u> , – apesar que estejam cientes que pode acontecer algum desastre, se enquadraria em homicídio culposo, pois, eles não deixam de fazer o devido monitoramento propositalmente para causar a morte dos habitantes que lá residem – <u>e crimes de negligência</u> .
Sandra	Olá, Laura, aqui é Sandra. Pelo que entendi, <u>uma legislação mais dura faz sentido</u> . É isso mesmo? Aguardo mais um comentário.
Laura	<u>Uma legislação mais dura faz sentido, mas não tem sentido se as empresas não levarem a sério</u> ; além de uma legislação dura que faz com que aconteçam as coisas <u>as empresas têm que ter o mínimo de senso em segui-las corretamente</u> .
Sandra	Olá, Laura. Aqui é Sandra, sua tutora. Como vai? <u>Seu raciocínio está muito bom: a legislação é uma frente importante, mas sozinha não resolve a situação</u> . Se você quiser compartilhar as leituras que você fez para construir sua resposta, eu ficaria contente.

Fonte: dados da pesquisa

Nessa interação a aluna iniciou sua fala deixando claro que, sim, ela acreditava que o rompimento das barragens localizadas em Mariana e Brumadinho poderiam ter sido evitados e, para amparar sua resposta, apontou as diversas fraudes encontradas nos documentos que atestavam a segurança das barragens e, além disso, indicou diferentes estratégias que podem e/ou poderiam auxiliar no cuidado com empreendimentos dessa natureza.

Sobre a articulação dos aspectos sociocientíficos, percebemos que, principalmente nas respostas da estudante, há uma preocupação com as questões sociais, como a ética dos

responsáveis pela empresa mineradora; as questões econômicas, no que se refere à priorização do lucro em detrimento da segurança; as questões ambientais, tendo em vista toda contaminação da região pela lama de rejeitos; e as questões científicas, considerando os aspectos do monitoramento e avaliação das áreas atingidas. No entanto, notamos novamente um afastamento da tutora com relação ao problema, uma vez que ao registrar comentários, perguntas e observações a essas respostas a maior parte de seus direcionamentos são técnicos ou voltados para demandas procedimentais do problema discutido.

A tutora, assim como na última interação, iniciou o diálogo com uma pergunta geral a respeito de como garantir que o monitoramento das barragens seja realizado de forma adequada. No entanto, ao trazer uma resposta que destacava a “ganância” dos envolvidos, a aluna fez com que a tutora expressasse uma opinião bastante restrita a respeito do assunto. Em seu terceiro comentário, a tutora comparou a questão econômica, relacionada à ganância, com a inclinação de sujeitos a preferirem uma cor específica em detrimento de outra.

Nesse diálogo observamos que no que diz respeito à proposta de abordagem do problema apresentada na SD a posição da estudante está à frente da posição da tutora. Enquanto a estudante colocou a responsabilidade dos rompimentos das barragens nas empresas mineradoras de forma clara e incisiva, a tutora buscou a todo tempo a emergência do Estado como corresponsável e poder moderador. Contudo a estudante se apropriou do problema de tal modo que conseguiu perceber que a lei por si só não muda o estado das situações, uma vez que elas já existiam e as empresas adotavam estratégias para burlá-las e atingir suas metas de lucro. No embate, é possível ver uma disputa ideológica – ainda que sutil – travada entre a tutora e a estudante.

Além do afastamento de sua resposta com relação ao problema, percebemos também uma redução na grandiosidade das questões que estavam sendo tratadas e um afastamento deliberado do tema que vinha sendo desenvolvido. No Quadro 27 observamos um cenário semelhante ao analisarmos a interação da tutora Sandra com a aluna Laura.

Quadro 27 – Interação Laura e Sandra – questão 2 do Módulo IV

Interação: M4 – 2	
Pergunta: Na denúncia feita pelo MPF os crimes foram associados à legislação ambiental e ao código penal brasileiro. Escolha um crime de cada seção e justifique por que você acredita que ele deveria ser considerado nessa denúncia.	
Laura	Escolhi os crimes de Crime de poluição qualificado, e Impossibilidade de defesa das vítimas: a inoperância do Plano de Ação Emergencial, que acredito que deveriam ser considerados nessa denúncia. Sendo eles: <u>Crime de poluição qualificado</u> , que de acordo com o Artigo 54 da Lei n.º 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 diz exatamente que: “Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem

	<p>ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora”. Ou seja, que se ocorrer qualquer um desses fatos mencionados é considerado crime de poluição qualificado.</p> <p>Elaborei minha justificativa com base em relatos e dados fornecidos pela apostila. Em primeiro ponto: <u>danos à saúde humana</u>, pude observar que nos gráficos apresentados e em pesquisas apontadas, que logo após a queda da barragem – <u>cujos laudos foram fraudados</u> afirmando sua segurança e os <u>monitoramentos foram feitos de maneira incorreta – a turbidez das águas se encontravam em níveis absurdos como 494 NTU</u> (isso porque esse era o rio que ficava mais afastado da barragem – Estação Colatina) sendo que <u>o valor máximo permitido de turbidez na água distribuída é de 5,0 NTU</u>, sem contar a quantidade de <u>elementos danosos a saúde humana que estavam presentes, como metais pesados e alguns outros tipos de metais</u>. Diante dessas características, concluo que se algum ser humano entrar em contato com a água contaminada poderá ter <u>sérios riscos à saúde, levando até ao falecimento</u>.</p> <p>No segundo ponto: <u>mortandade de animais</u>, de acordo com algumas pesquisas e matérias o impacto mais perceptivo no ambiente aquático foi a morte de milhares de peixes, que sucumbiram em razão da <u>falta de oxigênio na água</u> e da obstrução de suas brânquias. Além da morte de peixes, <u>micro-organismos e outros seres vivos também foram afetados</u>, o que <u>destruiu completamente a cadeia alimentar</u> em alguns ambientes atingidos.</p> <p>Finalizo com o terceiro ponto: <u>destruição significativa da flora</u>, em virtude da <u>grande quantidade de rejeitos</u> e da velocidade em que foram liberados <u>a lama destruiu grande parte da vegetação local: a região abrigava uma grande área remanescente da Mata Atlântica, um bioma com grande biodiversidade, havendo, portanto, uma enorme perda</u>. A lama liberada com o rompimento da barragem apresenta em sua <u>composição ferro e sílica, que irá alterar a composição original do solo da região</u>; além disso, quando a lama secar será formada uma camada dura no solo, como se fosse uma capa. Dessa forma, <u>o desenvolvimento de vegetação e a fertilidade do solo serão prejudicados</u>.</p> <p>Impossibilidade de defesa das vítimas: a inoperância do Plano de Ação Emergencial, ao pesquisar pude observar que de acordo com Artigo 18 do Decreto Lei n.º 2.848 de 07 de dezembro de 1940, inciso II: “Culposo, quando o agente deu causa ao resultado por imprudência, negligência ou imperícia”. Ou seja, considera a conduta como culposa quando o agente deu causa ao resultado por imprudência (agiu de forma precipitada, sem cuidado ou cautela), negligência (descuido ou desatenção, deixando de observar precaução normalmente adotada na situação) ou imperícia (agiu sem habilidade ou qualificação técnica).</p> <p><u>Acaba por ser considerado um homicídio Culposo, pois o que ocorreu foi uma negligência da parte da empresa</u>, que mesmo sabendo a situação de suas barragens preferiu <u>mentir em seus laudos</u>, porque de acordo com esse diagnóstico a barragem apresentou um “baixo risco de ruptura”. E como dito anteriormente, mesmo eles tendo ciência da realidade <u>a empresa preferiu não fazer e nem implementar nenhum plano de ação</u> – que entra novamente a parte de negligência – com o pensamento de “Nunca irá acontecer”.</p> <p>Devido a essa negligência e falta de cuidados <u>as vítimas estavam totalmente despreparadas</u> e sem a menor noção da situação da barragem, o que <u>impossibilitou as vítimas se defenderem</u> ou se prepararem de alguma forma. Atualmente, em alguns lugares as empresas têm “planos de ações emergenciais”, que não se comprovam 100% eficazes, então posso concluir que se mesmo com planos de ações podem acontecer catástrofes, imagina sem nenhum tipo de plano.</p>
Sandra	<p>Olá, Laura. Aqui é Sandra, sua tutora.</p> <p>Gostaria de começar parabenizando: sua resposta está bem escrita e completa!</p> <p>Primeiro, <u>o que significa “destruição significativa da flora”?</u> Será que dez árvores pode ser <u>considerado significativo? 100? 1000?</u></p> <p>Segundo, queria que você comentasse a <u>diferença entre crime culposo e doloso</u> (pode pesquisar se precisar).</p> <p>Por fim, <u>por que você escolheu esses dois crimes?</u></p> <p>Aguardo seu retorno.</p>

Laura	<p>1 – “Destrução significativa da flora” seja capaz, ainda que minimamente, de <u>causar a destruição de plantas</u>. Se não houver qualquer evidência de que as atividades poluidoras resultaram ou que provoquem a destruição significativa da flora, não há que se falar em condenação.</p> <p>2 – Crime culposo – Crime praticado sem intenção. Crime doloso – Crime com intenção</p> <p>3 – Achei os crimes intrigantes e interessantes, <u>tinha mais argumentos para justificá-los</u> e fazer um debate adequado sobre, apresentando leis.</p>
Sandra	<p>Olá, Laura, aqui é a Sandra.</p> <p><u>Então destruição significativa da flora significa causar destruição de plantas... Se eu destruir um capim, será que já estou cometendo crime ambiental?</u></p> <p>2 – Interessante a diferença entre esses tipos de crime, né? Dolo significa intenção. Então crimes culposos têm culpa, mas não intenção. <u>Você acha que o caso da quebra da barragem é realmente culposo (sem intenção) ou será que deveria mudar para homicídio doloso?</u></p> <p>Por fim, gostei dos motivos que te levaram a escolher esses crimes.</p> <p>Espero continuar essa conversa em breve.</p>
Laura	<p>1 – De certa forma você está correta, pois <u>a destruição significativa da flora significa causar destruição de plantas, porém para ser levado a julgamento e ser acusado precisa ser algo com certa “grandeza” e que pode levar à extinção daquela planta ou o suficiente para causar uma desestruturação na área.</u></p> <p>2 – Com certeza eles são bem intrigantes e é algo que lhe propõe um exercício mental para descobrir se o crime foi culposo ou doloso. Você está exatamente certa, como disse crimes culposos têm culpa, mas não intenção; então, com base nesse conceito, podemos <u>usar um exemplo: Um motorista está dirigindo se distrai e acaba por atropelar alguém e esse alguém vem a óbito, ele tem a culpa, pois foi ele quem atropelou a pessoa, porém não foi intencional. Seria intencional se ele, por exemplo, estivesse seguindo aquela pessoa em específico esperando um momento para conseguir atropelá-la. Então de certa forma podemos aplicar isso ao ocorrido com a barragem.</u></p> <p><u>O motorista = a empresa</u> <u>A distração = a ganância</u> <u>A pessoa atropelada = as pessoas que moravam no local</u> <u>O ato do atropelamento = a queda da barragem</u></p> <p>De certo ponto, ao olharmos pode parecer algo que foi planejado, porém não, esse <u>fato da ganância e da falsificação de documentos foi feita, porém não foi feito intencionalmente para matar as pessoas, mas, sim, não gastar tanto dinheiro com as barragens.</u> Poderia mudar para um homicídio doloso, caso de acordo com Código Penal – Decreto-Lei n.º 2.848, de 7 de dezembro de 1940 – “quando o agente quis o resultado ou assumiu o risco de produzi-lo” Ou seja, se a empresa tivesse feito as fraudes e o não monitoramento propositalmente para que a barragem se rompesse e matasse todos que morassem na área – o que creio seja algo muito difícil de ter acontecido – seria adequado considerar como homicídio doloso.</p>
Sandra	<p>Olá, Laura, como vai? Aqui é Sandra, sua tutora.</p> <p>1 – Fiquei contente com seu desenvolvimento. De fato, <u>na maior parte da legislação ambiental, falta esclarecer os dados: quantas árvores ou qual área destruída para ser considerado crime ambiental? É importante ter pessoas, como nós, para olhar com atenção para esses detalhes. Portanto, um químico pode atuar fazendo ou revisando legislação.</u></p> <p>2 – Muito legal seu exemplo. Só para você saber, a legislação considera que ao dirigir sem condições (bêbado, com sono, entre outros) já se assume um risco. Portanto, esse tipo de crime é doloso.</p> <p>Se tiver mais algum comentário, fique à vontade.</p>

Laura	<p>1 – Bom, pelo que pude pesquisar, <u>não se tem realmente um número ao certo que já começa a se considerar crime ambiental</u>. Então se eu lhe der algum número será uma informação sugestiva sem nenhum <u>fundamento de leis</u>. Mas, de acordo com a Lei 9.605/1998: “Define as infrações que causem impactos negativos ao meio ambiente”, então creio eu tirando algumas conclusões que 100 já pode ser considerado.</p> <p>2 – Sim, por isso não coloquei ele como “bêbado” pois, estragaria meu exemplo e pelo que vi o ocorrido na barragem também não pode ser considerado um homicídio doloso.</p>
Sandra	<p>Oi, Laura, aqui é Sandra, a sua tutora.</p> <p>1 – <u>Também acho que 100 já pode ser considerado. Mas e se outra pessoa não achar? Não seria mais fácil se houvesse um número exato na lei?</u></p> <p>2 – Tudo bem, <u>vamos ficar com o homicídio culposo então. Já é bastante grave, não acha?</u></p> <p>Mais algum comentário sobre essa questão? Será bem-vindo :D</p>
Laura	<p>1 – Concordo, acho que a lei nesse quesito deveria ser mais explícita.</p> <p>2 – Com toda certeza, ser responsável pela morte de alguém direta ou indiretamente é muito sério.</p>
Sandra	<p>Muito bem, Laura. Acho que você desenvolveu bem essa parte da legislação. Se quiser fazer mais alguma colocação, fique à vontade.</p>

Fonte: dados da pesquisa

Dessa vez observamos na resposta da aluna a articulação dos aspectos sociais, ao falar da saúde das vítimas que foram atingidas pelo rompimento das barragens e da impossibilidade de defesa; dos aspectos ambientais, ao trazer novamente os impactos causados pela lama de rejeitos de minério aos animais, às águas e aos solos próximos à região do rompimento; dos aspectos científicos, ao trazer os parâmetros que justificam a contaminação dessas áreas; e dos aspectos econômicos, ao falar sobre os motivos que podem ter levado os agentes da empresa mineradora a negligenciar a segurança das barragens.

Em seus comentários, mais uma vez a tutora priorizou as demandas técnicas da resposta da estudante, como a característica dimensional que faz com que um impacto ambiental seja considerado crime, as diferenças nas denominações dos crimes e a falta de informações explícitas na legislação ambiental. Nessa interação, é curioso notar que tanto a tutora quanto a aluna trazem exemplos para explicar o que elas estão informando, de forma que entendemos que vale a pena retomarmos os exemplos para compreendermos as tensões implícitas em cada um deles.

Primeiro, ao tentar qualificar a “destruição significativa da flora” a tutora recorreu a um exemplo “pequeno” se comparado à dimensão do problema sociocientífico que estava sendo discutido, indagando à aluna se “a destruição de um capim” já não poderia ser considerada um crime. Apesar de nesse caso a tutora procurar exemplificações dentro do tema da problematização, como no exemplo anterior ela acabou por reduzir a grandiosidade das

questões levantadas. É como se ela tentasse “desproblematizar” a sequência didática ou “despolemizar” o tema que vinha sendo discutido ao longo das aulas. Ademais, a tutora Sandra finalizou a interação aceitando o rompimento das barragens como crime culposos.

Por outro lado, apesar de procurar um exemplo fora do contexto do problema de pesquisa, quando a aluna apresentou o exemplo do motorista, ela tentou, ao menos, dimensionar a situação, comparando o rompimento das barragens a uma situação de atropelamento.

A quarta e última interação que será apresentada foi realizada na primeira questão do Módulo V, na qual, após uma longa discussão a respeito dos principais impactos sociais, ambientais e econômicos causados pelo rompimento das barragens, a exemplo da chegada da lama ao leito dos rios e águas superficiais, concentramos nossos esforços em apresentar aos alunos técnicas de tratamento de efluentes e meios para recuperação dos danos ambientais.

Os textos que antecederam essa questão apresentam técnicas de separação de misturas e explicam como cada uma delas pode ser aplicada em diferentes situações. Na dinâmica dessa aula, o professor procurou apresentar cada uma das técnicas e trazer exemplos dentro do contexto da contaminação das águas pela lama de rejeitos, de forma que além dos conteúdos presentes na plataforma ele associou informações com a realidade do problema estudado, proporcionando aos alunos ferramentas que os auxiliassem nos questionamentos que viriam a seguir.

No Quadro 28 apresentamos a interação entre Sandra e a aluna Cida. Observamos que a tutora continuou a utilizar diferentes estratégias para garantir a continuidade das interações, e a aluna manteve o diálogo e a qualidade das respostas.

Quadro 28 – Interação Cida e Sandra – questão 1 do Módulo V

Interação: M5 – 1	
Pergunta: No Capítulo 4 do livro de conteúdos nós apresentamos algumas técnicas de separação de misturas. A partir de seus conhecimentos de Química e dos assuntos discutidos até agora, quais técnicas você acredita que seriam mais eficazes para o tratamento das águas contaminadas? Elabore uma estratégia de tratamento com base no que foi estudado até agora e justifique sua resposta de forma técnica.	
Cida	<p><u>Diante das técnicas apresentadas</u>, eu acredito que existam diferentes tipos que podem ser usados para o tratamento dessas águas, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● A Flotação, pois os sedimentos são agrupados em blocos e depois suspensos na água por meio de injeção de bolhas de ar, formando um lodo que pode ser removido com mais facilidade. Esse lodo formado já é uma grande quantidade de dejetos da água que podem ser retirados. ● A Peneiração, que eu acho que pode ser usada após a retirada de sedimentos grossos da água, como pedras misturadas com areia ou lama. ● A Filtração (acho que uma das técnicas mais importantes), pois por meio dela poderão ser separadas partes sólidas que se encontram na água, como a areia, restos de mineração etc., fazendo, por meio do uso do filtro, que a fase líquida “passe” com menos impurezas.

	<ul style="list-style-type: none"> • E por último, a Decantação, que irá separar líquidos com densidades diferentes, podendo ser também líquido-sólido, o que irá ajudar na separação de dejetos que se encontram na água que tenham uma densidade diferente, fazendo com que fique na superfície (caso seja menos denso) ou na parte inferior (caso seja mais denso). <p>Bom, eu acho que uma estratégia de tratamento que deveria ser feito para essas águas, assim como apresentado no vídeo, é a criação de <u>estruturas de contenção nas áreas de maior concentração de sedimentos</u>, para que se possa ter um maior controle dessas águas, e se consiga fazer um <u>tratamento mais eficiente</u>, pois, sabendo onde se tem mais sedimentos, poderão ser utilizadas essas técnicas para que essa água possa seguir com menos sedimentos, <u>sendo despejada nos rios sem muitas impurezas</u>. Outra questão são os locais para armazenar essas águas para serem filtradas e decantadas, onde poderiam ser <u>criadas mais estações de tratamento para essas águas serem transportadas e recuperadas</u>. <u>Alguns produtos químicos na água também podem ser empregados, porém sempre em conformidade com as determinações do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama)</u>.</p> <p>Outro ponto importante é <u>o constante monitoramento para saber se esses processos estão sendo eficientes para o tratamento das águas</u>, e se elas estão retornando de forma mais limpa.</p>
Sandra	<p>Oi, Cida. Sou Sandra, sua tutora.</p> <p><u>Vamos começar aprofundando</u> sua resposta, está bem? Você apresentou <u>quatro técnicas</u>: todas poderiam ser feitas ao mesmo tempo? Ou será que alguma deveria ser feita antes das outras?</p> <p><u>Aguardo um comentário seu :)</u></p>
Cida	<p>Olá Sandra!</p> <p>Bom, acredito que não, elas não poderiam ser feitas ao mesmo tempo. A decantação seria uma das primeiras, podendo separar os líquidos de diferentes densidades; depois a flotação, pois se ainda há a sobra de muito lodo na água, por meio dela poderia ser retirado. E por último, a filtração, processo em que todas as impurezas contidas poderão ser retiradas.</p>
Sandra	<p>Oi, Cida. Aqui é a Sandra.</p> <p>Muito bem! <u>Vamos aprofundar cada uma das técnicas que você escolheu</u>, está bem?</p> <p>Decantação – <u>para que a substância mais densa possa “ir para o fundo”, o sistema deve estar parado. O rio está assim? Ou será que as águas estão se movimentando?</u></p> <p>Flotação – como a flotação seria feita? Seria necessário colocar outras substâncias químicas no rio? Será que isso é ruim?</p> <p>Filtração e peneiração – que tipo de filtro e peneira poderiam ser utilizados? <u>Será que um filtro de café daria conta? Ou uma peneira de cozinha?</u></p> <p><u>Aguardo retorno :D</u></p>
Cida	<p>Olá Sandra!</p> <p><u>Decantação – Bom, pelo que foi estudado, eu acho que a maior parte do rio está parado ou dado como “morto”. Mas o ideal seria retirar quantidades de água para levar às Estações de Tratamento para iniciar o processo.</u></p> <p>– Flotação: Pelo que eu estava pesquisando, nesse processo poderia ser usado o mesmo produto químico que é colocado no tratamento de esgotos, que é o sulfato de alumínio, que formará flóculos.</p> <p>Esses flóculos incorporam-se à sujeira da água (lama, argila e micro-organismos) em um processo chamado de floculação. Após isso, pode haver a separação das impurezas pelos outros meios.</p> <p>– Filtração e peneiração: No caso da peneira, teria que ser usada aquelas maiores, com as quais se consegue peneirar uma maior quantidade de sólidos (eu não sei o nome, mas é aquela grande em formato circular). <u>Porém acho que nessa parte seria um trabalho mais manual, e talvez mais árduo. Em questão da filtração, teria que ser feita na própria estação de tratamento em bombas específicas para isso, pois pequenos filtros não dariam conta da quantidade de sedimentos.</u></p>

Sandra	<p>Olá, Cida. É a Sandra, sua tutora. Como vai?</p> <p>Você falou bastante sobre o tratamento em uma estação de tratamento de efluentes. <u>Como a água seria levada para lá? E onde seria esse lugar? Será que existe estação de tratamento na região? Deveria ter?</u></p> <p>Sobre a flotação, acho que está bem colocado. Nem sempre é ruim colocar produtos químicos num rio, se, e somente se, esses produtos forem ajudar.</p> <p>Quanto à peneiração e filtração, acho que você entendeu que essas coisas precisam ser em grande escala, com ferramentas maiores do que as que usamos no dia a dia.</p> <p><u>Aguardo mais um comentário :)</u></p>
Cida	<p>Olá Sandra! Estou bem, e você?</p> <p>Bom, pelo que foi visto em um vídeo que foi passado, essa água poderia ser levada por meio de bombas de captação de água, sendo transportadas para a Etaf – Estação de Tratamento de Água Fluvial.</p> <p>Ou também, se preciso, antes de serem transportadas, algumas escavadeiras poderiam tirar os rejeitos “mais grossos”, fazendo com que a água possa ser conduzida com menos impurezas às bombas.</p> <p>Sim, existe uma estação de tratamento na região, a Etaf, que se localiza próximo ao rio Paraopeba, local que tem capacidade para tratar aproximadamente 2 milhões de litros por hora, o que equivale a cerca de 20 piscinas olímpicas por dia.</p> <p><u>Acho que para o processo de tratamento do rio ocorrer mais rapidamente, deveriam ser construídas outras ETAs próximas aos locais onde o rio está mais contaminado, mas infelizmente sabemos que isso gera tempo e custos à empresa, e tem que se ter uma estrutura adequada para receber essas águas contaminadas.</u> Então, é um processo muito longo, que para ser desenvolvido, pode demorar meses.</p>
Sandra	<p>Olá, Cida, é Sandra, sua tutora. Fico feliz que esteja bem.</p> <p><u>Acho que você abordou todos os pontos importantes quanto às ETAs, muito bem. Se quiser fazer mais algum comentário sobre essa questão, fique à vontade :D</u></p>

Fonte: dados da pesquisa.

Para apresentar a proposta de tratamento de águas contaminadas, a aluna organizou sua resposta em tópicos. Em um primeiro momento, sinalizou que tomou como referências algumas das técnicas que já tinham sido apresentadas no ambiente e, em seguida, organizou cada um desses procedimentos explicando sua dinâmica e modos de atuação. A aluna encerrou sua resposta trazendo outros elementos que corroboram as técnicas apresentadas, demonstrando uma preocupação com a escalabilidade dos processos de tratamento e os órgãos que fiscalizam atividades dessa natureza.

O primeiro comentário realizado pela tutora evidenciou algumas estratégias que marcam características específicas dessa interação e de outras que já foram apresentadas, e que podem ser observadas tanto nos comentários, quanto em interações em outros contextos dentro do AVA. Os cumprimentos/saudações da tutora, apesar de não terem sido mencionados como estratégias durante as entrevistas, também são importantes para a condução dos diálogos. Ressaltamos que quando a tutora pergunta sobre o estado de ânimo da estudante (“*como vai?*”),

observa-se uma aproximação entre as partes. Além disso, por diversas vezes no AVA a tutora utilizou *emojis* de sorriso para finalizar as interações com as estudantes, uma estratégia que busca aproximar e, simultaneamente, demarcar as posições sociais ocupadas por cada uma.

A forma como Sandra organizou e direcionou a resposta da aluna, fazendo uma espécie de resumo do que foi apresentado e trazendo questionamentos, ajudaram a aprofundar o conhecimento dos assuntos abordados. Nessa interação a tutora contribuiu com o processo de sistematização (síntese) dos conhecimentos aprendidos pela estudante. No entanto, ao destacar somente quatro técnicas de separação de misturas, observamos que a tutora negligenciou a alusão da aluna às “estruturas de contenção”, técnica que tem precedência em relação às outras destacadas e é específica do contexto do problema estudado. Sabemos que as estruturas de contenção não fazem parte das técnicas clássicas e, usualmente, não são apresentadas nas salas de aula, motivo pelo qual nossa hipótese é que esse direcionamento didaticamente tradicional observado no comentário da tutora tem relação com a sua visão da Química, com a forma como os conceitos devem ser abordados e como o problema articula esses conhecimentos.

Com relação à articulação dos aspectos sociocientíficos é possível notar um esforço de ambas as partes. Na resposta da estudante observamos elementos que caracterizam aspectos sociais e ambientais, como a preocupação com a efetividade do tratamento; aspectos econômicos, quando a aluna destaca a questão dos custos que esses tratamentos podem gerar; e aspectos científicos, uma vez que toda discussão gira em torno de processos físicos ou químicos para o tratamento das águas. Os questionamentos trazidos pela tutora corroboram a proposta e incentivaram a aluna a articular melhor seus conhecimentos, principalmente em relação aos aspectos científicos.

Vale destacar também a dificuldade da tutora em trabalhar permanentemente com o contexto do problema durante o diálogo com a estudante. No segundo comentário, observamos uma mudança abrupta quando Sandra saiu do contexto do rio, em sua fala sobre decantação, e vai para o contexto da cozinha, ao relacionar os processos de filtração. Essa tensão e/ou dificuldade demonstra que a estratégia da tutora de trazer questionamentos em seus comentários, conflita com o foco dado ao contexto criado pelo problema, ou seja, o rio. Como ele não é comumente referido em sala de aula, é facilmente substituído pela cozinha, contexto esse mais “neutro” em relação aos conceitos científicos. Outra vez, assim como no comentário que se refere às técnicas de separação de misturas, a tutora recorreu a exemplos e direcionamentos mais “didaticamente tradicionais”, o que pode ser consequência da sua formação básica e/ou superior.

De fato, é possível perceber como a tutora apresentou dificuldades em trabalhar com o contexto do problema e, em vez de utilizar elementos específicos da mineração e/ou das barragens de rejeitos, a estratégia da tutora foi apresentar contextos mais “neutros” como, nesse último caso, o preparo do café, para falar de separação de misturas. Além disso, ao tratar dos conceitos específicos das ciências, a tutora também optou por apresentar exemplos com direcionamentos mais clássicos e próximos aos modelos didáticos amplamente desenvolvidos no ensino tradicional. Dessa forma, a articulação dos aspectos sociocientíficos realizada pela tutora parece tangencial, assim como a necessidade de apropriação do problema de pesquisa, tendo em vista também que muitas vezes ela apresentou argumentos reducionistas, comparando um problema complexo, como o das barragens, com situações simples, presenciadas corriqueiramente.

Dito isto, julgamos necessário retomar alguns aspectos mencionados durante a entrevista, reconhecendo, dessa vez, como na formação básica e superior da tutora os episódios de ensino favoreceram, ou não, suas concepções a respeito de ciência, problemas e questões sociocientíficas. Acreditamos que essa retomada pode nos auxiliar na compreensão dos resultados que foram observados nas interações mediadas pelo AVA.

5.3. Compreensão e abordagem do problema

O estudo das interações mediadas pelo Ambiente Virtual de Aprendizagem nos permitiu verificar como ocorreu, ou não, a apropriação do problema por parte dos estudantes e da tutora. De maneira geral, observamos que os estudantes articularam, com maior ou menor grau, os aspectos sociais, ambientais, econômicos e científicos com o problema do rompimento das barragens. Mesmo que algumas vezes tenham se esquivado do problema para trazer exemplos práticos e mais próximos às suas vivências, os alunos mantiveram critérios de proporcionalidade com relação à grandiosidade do problema. No entanto, não observamos a mesma coerência por parte da tutora Sandra, tanto em relação ao problema, como em relação à proporcionalidade, motivo pelo qual, neste tópico, vamos abordar o diário de bordo e também alguns aspectos da entrevista, confrontando esses dados com a atuação da tutora no AVA e sua forma de lidar e/ou abordar o problema.

No Capítulo 4 discutimos as experiências dos tutores com relação às QSC e à atuação no AVA, e também abordamos questões a respeito da problematização dentro do projeto. Ressaltamos que nesta seção vamos nos concentrar em turnos de fala não apresentados no Capítulo 4. Durante a entrevista (turno 86, Apêndice H), ao ser perguntada sobre o que ela

(Sandra) achava que tinha prejudicado a evolução dos estudantes no uso dos conceitos de Química, a tutora apresentou uma série de fatores, alguns deles apresentados no Quadro 29:

Quadro 29 – Trechos de fala retirados da entrevista da tutora Sandra

Turno de Fala	Sujeito	Trecho da fala
86	Sandra	“[...] Acho que o primeiro foi o fato de ter sido dado enfoque é... para a questão mais social mesmo, para o problema e tal, não só na organização do AVA, mas nas aulas do professor Samuel, eu sentia um enfoque um pouco maior nessa, nessa parte do que na parte química mesmo. O segundo ponto eu acho que não foi trazido nada muito novo do ponto de vista químico para os alunos, ou pelo menos eu tive essa impressão, né?, foi só utilizar coisas que eles já sabiam dentro de um dado contexto, eu tive essa impressão, então eles meio que, talvez eles não tenham se preocupado muito em explorar ainda mais um conceito que eles já conheciam, só aplicar ali naquele, naquele contexto, eles tenham tido a tentativa de só aplicar no contexto, é... pode ser que tenha sido isso e acho que também é o fato de que foi dado um pouco, questão de tempo mesmo, não só enfoque, mas teve pouco, pouco tempo, pouco material químico dentro da proposta. Mas eu reitero o que eu disse antes, eu não acho que eu cortaria nada da parte socioambiental, acho que talvez poderia se acrescentar uma aula ou duas para focar um pouco mais na Química.”

Fonte: Dados da pesquisa.

Primeiro, Sandra mencionou a falta de abordagem dos conceitos de Química e a necessidade do acréscimo de aulas específicas para essa disciplina. Entretanto, sua visão contrasta com os resultados encontrados nas aulas síncronas, uma vez que a presença do aspecto científico foi bastante relevante. É certo que os conteúdos codificados no aspecto científico vão muito além daqueles específicos para essa disciplina, contudo, considerando a postura apresentada pela tutora ao longo do desenvolvimento desta pesquisa, reconhecemos que, na sua visão, a forma como a Química foi abordada realmente não atendeu às suas expectativas.

Ainda assim, Sandra reconheceu a importância do contexto para o desenvolvimento conceitual (“eles tenham tido a tentativa de só aplicar no contexto”) dos estudantes, o que é corroborado pelo fato de estar de acordo com a abordagem sociocientífica e de sua intensidade durante o desenvolvimento da SD (“eu não acho que eu cortaria nada da parte socioambiental”). Para Sandra, a ausência de conteúdo poderia ser suprida com “uma ou duas aulas para focar um pouco mais na Química”, sem que isso repercutisse necessariamente em estabelecer relações com o contexto, uma vez que “eles já sabiam [Química] dentro de um dado contexto”.

Nesse sentido, considerando a preocupação da tutora com os conteúdos específicos de Química, resgatamos um trecho de um diálogo durante a entrevista (turno 88, Apêndice H), transcrito no Quadro 30.

Quadro 30 – Trechos de fala retirados da entrevista com a tutora Sandra

Turno de fala	Sujeito	Diálogo
87	Pesquisadora	E aí já responde esse segundo ponto, né? Que é como que você acha que esses conceitos poderiam ser melhor explorados. Para você, trazer mais aulas específicas de Química, talvez ajudasse nessa questão.
88	Sandra	Isso, é mais uma ou duas, né? Para não aumentar muito o tamanho da intervenção, é e Química, Química mesmo, né?, fazer uma pequena pausa dentro do conteúdo e falar “olha estamos ouvindo Química aqui” e aí, depois de olhar a Química falar, então a Química se aplica nesse problema dessa situação ou a Química se aplica nessa situação desse modo, para poder também não, não fugir completamente da questão, né? Que pode acontecer em algumas sequências. Você está falando de um problema legal e aí você corta, passa conteúdo e fica desvinculado, a proposta também não é essa. Mas acho que a Química precisa de... a Química é temperamental, ela precisa de atenção.

Fonte: Dados da pesquisa

Após a pesquisadora comentar a fala da tutora a respeito das estratégias que poderiam ser adotadas para melhor explorar os conceitos apresentados no AVA, a tutora argumentou de maneira decidida. Ela falou em “química mesmo”, ou seja, para ela abordar os conceitos da forma como foram trabalhados no AVA não se configura como ensino de Química, ou pelo menos, não a Química na visão dela. A tutora ainda acrescentou que deveria ser feita uma pausa no conteúdo, nesse caso referindo-se ao problema, para só depois apresentar as implicações da Química na discussão dos assuntos. Ainda que essa pausa possa servir para deixar a “Química falar”, Sandra reconheceu possíveis rupturas quando se adota essa estratégia, as quais podem levar a “fugir da questão”, o que implica desvincular o conteúdo quando se está “falando de um problema legal”. Ou seja, Sandra atingiu um ponto sensível da abordagem problematizadora da SD, pois reconheceu conflitos na relação entre o conteúdo químico e o contexto sociocientífico.

Ao final de sua fala, Sandra ainda personificou a disciplina e alegou que, por ela (Química) ser temperamental, seria necessário dedicar uma atenção maior aos seus conceitos, o que corrobora um trecho retirado do seu diário de bordo, transcrito no Quadro 31, no qual Sandra critica a forma “superficial” com que o professor tratou do conceito de coprocessamento, momento também discutido nas interações apresentadas para as aulas síncronas.

Quadro 31 – Comentário retirado do diário de bordo da tutora Sandra I

Sujeito	Comentário retirado do diário de bordo
Sandra	Professor citou coprocessamento como modo de aplicar rejeitos de mineração na construção civil. Mas faltou discutir que temos diversidade de rejeitos, os custos da pesquisa e outros fatores. Coisas assim não devem ser citadas superficialmente. (Coisas como? Coisas que parecem uma solução clara, óbvia e superaplicável, mas que o buraco é mais embaixo. Simplificar assuntos \neq ser superficial).

Fonte: Dados da pesquisa.

A crítica da tutora à abordagem do professor está relacionada à forma como ele apresentou um conceito específico das ciências. Para Sandra, esses assuntos devem ser tratados com detalhes e especificações, o que não foi feito pelo professor. Ainda que ela possa ter razão no que se refere à necessidade de especificações que auxiliem na compreensão dos estudantes, esse exemplo foi apresentado somente para responder a um questionamento de uma aluna.

Em outros momentos, também no diário de bordo, a tutora se posicionou contra a forma com que o professor conduzia as discussões, sobretudo quando ele fez comentários sobre aspectos culturais e históricos relacionados ao tema/problema. No Quadro 32 transcrevemos esses trechos retirados do diário de bordo.

Quadro 32 – Comentários retirados do diário de bordo da tutora Sandra II

Sujeito	Comentários retirados do diário de bordo
Sandra	Universidades e professores são malvistas porque a busca pela verdade incomoda a alguns – opinião forte para um professor dar em aula sem as devidas ressalvas. Esperava pelo menos uma contestação, mas não houve.
Sandra	Na aula anterior professor destacou como cientistas são malvistas, hoje os artistas vieram fazer-lhes companhia. Após a música, o professor afirmou: “não quero qualificar, pra deixar pra vocês a discussão” – o que contrasta com o fato de ele ter elogiado o trabalho de Gabriel, o Pensador minutos antes. Vale ressaltar que o professor resgatou Antônio Conselheiro na análise da letra de <i>Cacimba de Mágoa</i> . Fiquei surpresa: falta familiaridade com o AVA e com o <i>Meet</i> , mas esbanjou conhecimento histórico.

Fonte: Dados da pesquisa.

No primeiro excerto a tutora avaliou como “forte” a opinião apresentada pelo professor e acrescentou que deveriam haver ressalvas para essa fala. No segundo excerto, após um comentário do professor sobre a música apresentada, Sandra mostrou-se surpresa com o conhecimento histórico do docente, quando comparado à falta de domínio dos instrumentos do AVA e do *Google Meet*.

Os comentários apresentados pela tutora, tanto durante a entrevista, como no diário de bordo, indiciam um modelo de educação no qual são privilegiados aspectos técnicos e de conteúdos em detrimento dos conhecimentos sociais, históricos e culturais. A resistência da

tutora em contextualizar o problema, percebida nas interações assíncronas, também se fez presente na maneira com a qual ela avaliou a condução das aulas pelo professor e a forma como ele discutiu os assuntos. Isso não quer dizer que a tutora não tenha gostado do docente, ou das aulas ministradas por ele, nem que isso seja relevante. Nossa hipótese vai além: acreditamos que a dificuldade da tutora está relacionada ao problema, ou melhor, à falta de apropriação do problema sociocientífico como objeto de sua atividade de tutoria.

Nesse ponto, para compreender os motivos que podem ter levado a tutora a não se apropriar do problema sociocientífico, voltemos à aula de Metodologia do Ensino de Química, na qual foi perguntado aos tutores se havia algum conteúdo e/ou assunto faltante na SD e a tutora revelou que sentiu falta da abordagem sob a perspectiva da empresa mineradora Vale. Durante a entrevista, perguntamos à tutora o que ela tinha querido dizer com essa afirmação (turnos de fala 91 a 104) e as respostas apresentadas por ela serão segmentadas e discutidas a seguir.

Como mencionamos no início deste tópico, procuramos reconhecer como os episódios de ensino na sua formação básica e superior favoreceram suas concepções a respeito do problema e moldaram suas estratégias. Dito isto, durante a entrevista, a tutora mencionou um evento-chave que mudou sua visão a respeito do rompimento das barragens, fala essa que pode ser lida no Quadro 33.

Quadro 33 – Trechos de fala retirados da entrevista com a tutora Sandra I

Turno de Fala	Sujeito	Comentários retirados do diário de bordo
94	Sandra	Olha, é... teve um evento na semana da Química, eu acho que foi a de 2019, mas talvez tenha sido a de 2018, uma dessas duas com certeza, a gente fez uma mesa redonda pra discutir, nessa época eu estava na comissão organizadora, para discutir Brumadinho, Mariana e tal, e aí... do ponto de vista químico, né?, e aí a gente chamou um professor de ambiental, a gente chamou um professor de inorgânica e a gente chamou uma jornalista, pra discutir, tal, e um ponto que eu achei muito interessante foi que a jornalista... [aluna interrompe para explicar os formatos das mesas] os formatos da mesa, não sei se você acompanha a semana da Química, mas os formatos da mesa costumam ser 15 minutos para cada membro da mesa falar um pouquinho sobre o assunto e aí depois o debate, né?, com questões do público, tal, questão trazidas por eles mesmo e aí, vai. E eu achei muito interessante que logo no começo a jornalista trouxe a questão da Vale, né?, o ponto da... o ponto de vista da Vale, que a gente não estava esperando porque ela foi uma jornalista muito crítica dos aconte... dos acidentes, crimes, né?, os crimes ambientais aí, mas ela trazendo do ponto de vista da Vale, sobre que teoricamente a Vale estava certa no ponto de vista da legislação, os documentos estavam lá, depois se questionou se os documentos foram obtidos de forma ilícita, se o engenheiro tinha de fato formação necessária para aquilo, se eles de fato analisaram, mas os documentos estavam em ordem, a Vale é uma empresa multinacional e ela estava gerando renda para a região tal tal tal tal tal... E foi algo que eu nunca tinha pensado até então. O ponto de vista da Vale, e isso mudou toda a minha visão, não só daquele debate, mas dos acidentes ambientais e de out... daqueles acidentes ambientais passados e de outros que eu vim analisar. E teve alguns outros, outros momentos, né? Então, por exemplo, outras discussões, agronegócio, né?, por exemplo, não, porque o negócio está..., mas do ponto de vista do agronegócio, do ponto de vista do do... da pessoa lá que está, que está produzindo a coisinha dele, é, e então foi algo que para mim foi um divisor muito forte assim, eu consigo identificar o momento em que isso aconteceu e como isso me ajudou a olhar de modo mais aprofundado para diversas outras questões.

Fonte: Dados da pesquisa.

O evento organizado pela tutora na Semana da Química (atividade curricular anual prevista na formação dos estudantes de Química) parece ter sido determinante para a visão que ela construiu a respeito não só do problema sociocientífico, mas também dos aspectos sociais e econômicos relacionados a ele. Além disso, vale destacar que a fonte de informação e influência para “mudar toda a visão” e se afirmar como “um divisor de águas” foi a jornalista, apesar da presença de professores de Química Ambiental e Inorgânica. Essa mudança de visão diz respeito a considerar a posição da empresa, do cumprimento das exigências legais, da geração de renda e também do juízo de valor atribuído pela tutora em relação aos eventos, que oscilam entre acidentes e crimes ambientais. Diferentemente do que observamos nas aulas e nas falas dos estudantes no AVA, os aspectos sociais apresentados pela tutora foram associados à existência de documentos que, na fala dela, estavam em ordem do ponto de vista da legislação. Além disso, os aspectos econômicos foram relacionados com a geração de emprego e renda por parte da empresa. Ela manifestou uma visão “positiva” em relação às empresas responsáveis

pelo rompimento das barragens e isso parece se estender a outros cenários, como o do agronegócio.

Ademais, para justificar a presença da “visão da Vale” na sequência didática a tutora apresentou uma fala marcante durante a entrevista, transcrita no Quadro 34.

Quadro 34 – Trechos de fala retirados da entrevista com a tutora Sandra II

Turno de Fala	Sujeito	Trecho da fala
94	Sandra	<p>Então, acho que trazer isso para os alunos seria importante também e poderia, não estou dizendo que vai necessariamente, mas que poderia ajudá-los a enxergar problemas de forma mais ampla como me ajudou. Então, observar que algumas coisas não têm só uma faceta, né?, porque é muito fácil, né? E acho que foi o que eu já falei, que você corre muito risco de “Ah, é isso mesmo, todas as empresas são uma droga, a Vale é malvada, não tem jeito para o Brasil, sei lá o quê, sei lá o quê”.</p> <p>Mas as coisas são um pouco... o buraco é um pouco mais embaixo, as coisas são um pouco mais complexas que isso, e eu acho que avaliar o acidente, crime, né?, do ponto de vista da Vale, de como a Vale se comportou antes e até durante e após poderia ajudar a... a... dar profundidade ao assunto, acho que esse é um primeiro ponto.</p> <p>E um segundo ponto, menor, mas também importante é de que a Vale tem seu direito de defesa, né? Também terminar uma sequência concluindo que a Vale é malvadona, não sei, malvadona só porque é malvadona, porque todas as empresas são malvadas, o capitalismo é uma porcaria e fim, também acho que não, não agrega no sentido de que o aluno que observa uma sequência que termina dessa forma, não sei se ele vai se sentir motivado a pensar em soluções e estratégias, porque parece que é... é isso, não, não, não tem mais o que fazer.</p>

Fontes: Dados da pesquisa.

Primeiro, ela argumentou que trazer a “visão da Vale” poderia auxiliar os estudantes na compreensão do problema de forma mais ampla, assimilando suas particularidades e entendendo como a Vale se comportou, antes, durante e após os rompimentos. Além disso, a tutora também chamou a atenção para o direito de defesa da empresa mineradora, argumentando que trazer somente as críticas não favorece o desenvolvimento de argumentos para a resolução de problemas. Porém vale ressaltar que essa mesma tutora já havia mencionado o excesso de conteúdos, de forma que, talvez, a questão que ela quis destacar não fosse a quantidade, mas, sim, a natureza deles. Finalmente, destacamos as várias vezes em que a tutora oscilou em qualificar o evento entre crime e acidente e, a julgar pelas análises realizadas e as discussões sobre a apropriação, ou não, do problema até esse momento, podemos supor que essa confusão pode estar fortemente ligada ao posicionamento da tutora em relação ao nosso problema de pesquisa.

Em suma, é possível perceber que, apesar da construção do AVA a partir de uma SD elaborada com base no MTE e nas teorias que se sustentam em perspectivas sócio-históricoculturais, a apropriação do problema como objeto central da atividade depende do sujeito que

a executa. Nos casos analisados, entendemos que houve uma apropriação do problema por parte do professor e dos estudantes da Etec que, em sua maioria, além de abordarem a problemática do rompimento das barragens, também articularam seus aspectos sociocientíficos durante as discussões. A tutora Sandra, por sua vez, não se apropriou do problema como objeto de sua atividade de tutoria, uma vez que é possível observar atitudes de resistência, seja na interação com os estudantes, quando ela buscou caminhos que se afastavam do tema sociocientífico, seja quando refletiu sobre a articulação entre os conteúdos químicos e os de outros campos de conhecimento, chegando ao ponto de personificar (temperamental) a Química.

Esses resultados evidenciam a importância do conhecimento de teorias na formação inicial dos professores e nos permitem afirmar a potencialidade do Modelo Topológico de Ensino para compreender o papel da problematização sociocientífica. O MTE subsidia a formação dos professores na elaboração, execução e acompanhamento de planos de ensino e na reflexão sobre os princípios da teoria sócio-histórico-cultural, e aponta para o problema como o objeto central da atividade de ensino e aprendizagem. As mediações decorrentes da definição desse objeto – conteúdos, regras e divisão de tarefas – sofrem alterações substanciais que causam conflitos nas tomadas de decisão dos professores, conforme verificamos em interações relacionadas à tutora Sandra, e, portanto, na própria concepção de ensino e aprendizagem e do papel que joga o componente curricular no desenvolvimento da atividade.

6. Considerações finais

Iniciamos nosso trabalho discutindo as questões sociocientíficas e como, a partir do desenvolvimento histórico do entendimento de currículo e da corrente de ensino CTSA, tem se criado fundamento para práticas educativas no Ensino de Ciências. Desde a década de 1970 movimentos curriculares se apresentam como espaços de tensão e disputa na educação e Ensino de Ciências, contexto a respeito do qual Lopes e Macedo (2011) organizaram um livro que discute o conceito de currículo, reunindo diversos autores, entre eles os de bases teóricas marxistas, que reconhecem o conhecimento escolar e a estruturação de planos didáticos como construídos socialmente, motivo pelo qual devem ser problematizados.

A corrente de ensino CTSA teve seu desenvolvimento marcado pelo agravamento dos problemas sociais e ambientais ocasionados pelo avanço científico e tecnológico no decorrer das últimas décadas. Pesquisadores de todo o mundo passaram a discutir a necessidade de um Ensino de Ciências contextualizado em relação às questões sociais e ambientais. Nesse sentido, a abordagem dos conceitos científicos a partir de problemas sociais apresenta-se como uma boa estratégia capaz de mobilizar habilidades individuais e coletivas para reflexão acerca dos problemas que se destacam na sociedade (SANTOS, 2006; MARTÍNEZ PÉREZ, 2012; CONRADO; NUNES-NETO; EL-HANI, 2017; CONRADO *et al.*, 2016).

Diante dos problemas sociais e ambientais que enfrentamos atualmente e da necessidade de formação de cidadãos críticos, capazes de se posicionar e contribuir para redução e/ou solução desses problemas, o simples acúmulo de conhecimentos específicos, sem a mínima discussão a respeito de sua importância, não parece suficiente para o enfrentamento das questões engendradas pelas relações de produção e trabalho. Nesse cenário questões sociocientíficas, como o rompimento das barragens localizadas em Mariana e Brumadinho, possibilitam a articulação dos aspectos sociais, científicos, ambientais, políticos e econômicos que permeiam as discussões acerca do problema tematizado (CONRADO *et al.*, 2016; CONRADO; NUNES-NETO, 2018; PEDRETTI; NAZIR, 2011).

No entanto, por mais que essas propostas sejam claras, vem sendo discutida no contexto do Ensino de Ciências a necessidade da elaboração de modelos que viabilizem o desenvolvimento de atividades direcionadas ao problema e que promovam um melhor aproveitamento das questões problematizadas em sala de aula. Por esse motivo, achamos relevante apresentar os diferentes modelos que foram discutidos no decorrer dos anos e, conforme as discussões apresentavam as limitações dessas representações, articulamos os

principais elementos para abordagem das QSC e as estratégias para o desenvolvimento de atividades dessa natureza com aspectos da teoria sócio-histórico-cultural. O entendimento do problema sociocientífico como central nas propostas de ensino é essencial para a elaboração de atividades dentro dessa perspectiva, uma vez que são os aspectos relacionados ao problema que norteiam tanto a organização da proposta quanto as sequências de atividades e os conteúdos que serão trabalhados.

Dessa forma, optamos pelo MTE como orientador da elaboração de atividades. Consolidado como uma importante ferramenta teórico-metodológica para o planejamento do ensino, ao articular a atividade, o conteúdo e o tema, neste caso sociocientífico, esse modelo permite a elaboração de sequências didáticas levando em consideração aspectos sociais, históricos e culturais que permeiam as discussões acerca do problema. Por esse motivo, faz todo sentido falar da problematização sociocientífica sob a perspectiva sócio-histórico-cultural, entendendo que o problema é uma construção social e que não está isento das mudanças históricas e da influência que a cultura exerce sob os modos de agir e pensar (GIORDAN, 2013).

Adotamos os preceitos da teoria sócio-histórico-cultural e a noção de problema a partir das perspectivas históricas de Vigotski, Leontiev e Engeström, buscando: compreender o papel do problema na produção e internalização dos signos por parte dos sujeitos e na mediação entre o sujeito e objeto de conhecimento (VIGOTSKI, 2001); entender como o problema, objeto central das atividades, evidencia as necessidades e condiciona sistemas de ações e operações para sua solução (LEONTIEV, 1978); conhecer de que forma a articulação de diferentes instrumentos de ordem social, histórico e cultural permite a superação de dilemas postos pelas relações sociais e de trabalho (ENGESTRÖM, 2016).

A partir da problematização e das interações mediadas por ambientes virtuais, desenvolvemos uma sequência didática com base no MTE (GIORDAN, 2013) para investigar, então, de que forma se articulam os aspectos científicos, sociais, ambientais e econômicos, tendo como ponto de partida o problema do rompimento das barragens, objeto central das nossas atividades. Para tanto, estabelecemos parceria com um professor de uma escola técnica estadual de São Paulo, elaboramos um AVA intitulado “Impactos da Mineração no Brasil” cujos problemas sociocientíficos desenvolvidos estavam relacionados aos rompimentos das barragens de Fundão, em Mariana, e Córrego do Feijão, em Brumadinho, ambas no estado de Minas Gerais. A sequência de atividades foi executada com alunos do segundo ano do Ensino Médio e Técnico em Química, e os conteúdos desenvolvidos foram separação de misturas, propriedades físico-químicas da água e características dos metais.

Neste texto procuramos deixar claro os caminhos que nos levaram ao desenvolvimento do ambiente virtual, desde a elaboração das sequências didáticas, pensadas para o ambiente presencial, até as adaptações para o ensino remoto, consequência das medidas de distanciamento social adotadas após a chegada do novo Coronavírus. Descrevemos a organização do ambiente virtual, os principais tópicos e atividades, apresentamos os procedimentos metodológicos para a coleta e organização dos dados, abordamos a formação dos tutores e descrevemos, de maneira geral, o cenário e as características dos sujeitos que participaram desta pesquisa.

Colocamos como problemas de pesquisa compreender em que medida o problema sociocientífico influencia na dinâmica de interação em sala de aula, de que forma é possível articular os aspectos sociocientíficos a partir do problema, e em que medida as interações mediadas pelo Ambiente Virtual de Aprendizagem nos permitem analisar os processos de apropriação do problema como objeto central da atividade de ensino e aprendizagem.

No Capítulo 4 organizamos o registro das aulas síncronas, as discussões a respeito das etapas de elaboração do relatório final desenvolvido pelos estudantes e revelamos alguns aspectos das entrevistas realizadas com os tutores.

Para apresentar as análises dos registros das aulas síncronas, organizamos um quadro com um calendário de desenvolvimento das aulas e, para cada um dos módulos, apresentamos o estudo de um diálogo, identificando os aspectos sociocientíficos presentes e articulados nas falas dos estudantes e/ou do docente. Nos diálogos, identificamos com cores primárias os aspectos sociocientíficos isolados, e com cores secundárias, a associação de aspectos.

Como procuramos demonstrar na discussão dos resultados, o problema não só permitiu a articulação dos aspectos sociocientíficos como foi elemento central nos discursos dos sujeitos. Ao trazerem as implicações sociais, econômicas, ambientais e científicas do rompimento das barragens, alunos e professor elaboravam e dinamizavam o discurso em sala de aula.

Identificar os padrões de articulação dos aspectos sociocientíficos em sala de aula nos permitiu chegar aos seguintes resultados: 1) o aspecto social foi o mais articulado durante o desenvolvimento das 16 aulas, com 43% do tempo total das articulações; 2) o aspecto econômico ficou em segundo lugar, com 21%; 3) o aspecto científico ficou em terceiro lugar, com 19%; 4) e, por último, o aspecto ambiental ficou com 17% do tempo total. Vale notar que a diferença entre o tempo de ocorrência do aspecto ambiental e o do aspecto econômico não é tão grande quando comparada com a diferença em relação ao aspecto social, que teve mais que o dobro do tempo de ocorrência dos outros aspectos.

Destacamos que a narrativa construída em torno do problema favoreceu as discussões acerca dos aspectos sociais, nas quais foram articulados temas como gestão, economia, saúde e confiança. Além disso, a articulação de dois ou mais aspectos, ainda que nossa análise tenha se limitado a apenas dois parâmetros, também ganhou destaque à medida que analisamos os diagramas de codificação do *Software NVivo®* e percebemos as sobreposições de categorias.

Ainda no Capítulo 4 trouxemos uma análise dos principais elementos que compuseram a elaboração dos relatórios finais, comparando os materiais entregues por dois grupos. Apresentamos, em tabelas, uma discussão para cada uma das fases: 1) entrega dos esboços elaborados para o relatório final; 2) reunião de orientação com os tutores; 3) material final do relatório; e 4) apresentação da proposta no formato audiovisual. Preocupamo-nos em compreender as formas de organização dos grupos e comentamos cada uma dessas etapas, procurando identificar aspectos do problema sociocientífico. Para ambos os grupos as etapas que precederam a entrega do relatório final foram essenciais para a organização dos dados e a estruturação do relatório. No entanto, notamos que apesar de articular bem os aspectos sociais, ambientais e econômicos os estudantes apresentaram dificuldades em articular o problema com os aspectos científicos, principalmente aqueles relacionados à Química. Por esse motivo, poucas foram as menções ao tratamento das águas nas regiões contaminadas e às estratégias para remediação dos danos causados pela chegada da lama.

Na última seção do capítulo apresentamos as entrevistas dos tutores Gustavo e Sandra, identificando aproximações e divergências com relação às experiências com a docência e as questões sociocientíficas. Investigamos também as principais estratégias de atuação de cada um deles no Ambiente Virtual de Aprendizagem, bem como suas percepções acerca do desenvolvimento da problematização e, finalmente, fizemos uma breve apresentação a respeito das práticas futuras dos tutores com QSC e AVA.

Os resultados nos mostraram que ambos os tutores não tinham experiência com atividades que envolviam QSC. A tutora Sandra, no entanto, já apresentava preocupação com o fato das discussões acabarem por priorizar os aspectos sociais em detrimento dos conteúdos científicos. Nas atuações observadas no ambiente virtual, mais uma vez a tutora Sandra se destacou, por se envolver em um maior volume de interações e também por acumular discussões mais sequenciadas, quando comparada com o tutor Gustavo. Com relação ao problema a tutora salientou que faltou um maior aprofundamento dos temas abordados, além da falta de conteúdos e de atividades específicas da Química, opinião que coincidiu com a do tutor Gustavo. Apesar de ambas as entrevistas trazerem pontos relevantes sobre a atuação dos

tutores, concentramo-nos na abordagem do problema, motivo pelo qual optamos por nos aprofundar nas atividades e produções desenvolvidas pela tutora Sandra.

Assim, fundamentados nos referenciais que alicerçam o MTE (GIORDAN, 2013) e preconizam os fundamentos da teoria sócio-histórico-cultural (LEONTIEV, 1978; VIGOTSKI, 2001; ENGSTRÖM, 2016) procuramos identificar em que medida o problema sociocientífico foi adotado como objeto central da atividade dos tutores.

No último capítulo reapresentamos o problema e as categorias de análise, tendo como foco evidenciar, a partir do tema da mineração no Brasil, de que forma chegamos ao problema do rompimento das barragens como objeto central da atividade de ensino e aprendizagem dos tutores, dos estudantes e do docente que participaram da pesquisa.

Ademais, levando em consideração a análise de quatro interações da tutora Sandra, a análise das interações mediadas pelo AVA nos permitiu estudar tanto a construção do problema e dos aspectos sociocientíficos articulados nas respostas dos estudantes quanto as estratégias adotadas pela tutora para articular, ou não, o problema e promover o engajamento e a continuação dos diálogos por parte dos estudantes.

De fato, houve bastante engajamento por partes dos estudantes que foram acompanhados por essa tutora. Entendemos que as apresentações ao início de cada interação, as respostas rápidas, a realização de perguntas, a manutenção de um diálogo fluido e as informações de início e fim de interação podem ter contribuído de maneira significativa para o engajamento dos estudantes, levando em conta que eles também se mostraram muito participativos durante as aulas síncronas.

Com relação às estratégias adotadas para a abordagem do problema, por mais de uma vez observamos movimentos por parte da tutora que procuravam escapar do processo de tematização do aspecto sociocientífico. Modelos clássicos das ciências, vivências cotidianas e exemplos pouco representativos da grandiosidade do problema foram empregados por ela nas discussões realizadas por meio do AVA. Além disso, durante a entrevista a tutora também apresentou posicionamentos que indicavam ideias na contramão do problema que fora apresentada na SD. Também fizeram parte do discurso da tutora críticas às abordagens mais contextualizadas com aspectos sociais e culturais por parte do professor responsável pela turma, e à pouca presença da Química.

Esses resultados indicam que a não apropriação do problema como objeto central da atividade de tutoria teve como consequência movimentos de “desproblematização” das atividades que eram apresentadas e, conseqüentemente, um afastamento do que era esperado em relação ao desenvolvimento das interações.

Embora neste texto tenhamos apresentado somente uma parte dos resultados gerados pela pesquisa, não podemos desconsiderar as análises que ainda podem ser realizadas. Um cenário possível é a utilização das entrevistas com os estudantes para entender de que forma o problema foi compreendido no decorrer das aulas e como eles, a partir das interações com os tutores, puderam articular os aspectos sociocientíficos. Tendo em vista a compreensão do problema por parte do tutor Gustavo ter sido diferente da tutora Sandra, entendemos que sua entrevista também pode ser um material de análise para investigarmos em que medida as atividades desenvolvidas na graduação podem ter impacto na formação da opinião desses futuros professores. Por fim, temos também a entrevista do professor Samuel que, apesar de não ter sido objeto de investigação principal nesta pesquisa, pode nos oferecer dados importantes acerca da forma como as aulas, a SD e o AVA foram conduzidos ao longo do semestre.

Finalizamos este texto concordando com as premissas do MTE e com as teorias sócio-histórico-culturais que colocam o problema como objeto central da atividade de ensino e aprendizagem. No entanto, para que isso se dê de forma integral, é preciso que desde a formação básica os estudantes tenham contato com o desenvolvimento de problemas sociocientíficos em sala de aula e, como foi amplamente discutido neste texto, também com questões de cunho político, jurídico, econômico, midiático, histórico, ambiental e com uma série de outros aspectos que permeiam as discussões a respeito de problemas característicos da sociedade na qual estamos inseridos.

As discussões realizadas até aqui nos permitiram chegar às conclusões apresentadas, porém se a ideia é expandir os achados e compreender como a formação básica pode contribuir para utilização de problemas no Ensino de Ciências, é preciso ampliar as análises, considerando a totalidade dos dados e os referenciais teóricos adotados.

7. Referências

- AIKENHEAD, G. What is STS science teaching. **STS education: International perspectives on reform**, v. 2, n. 12, p. 47-59, 1994a.
- AIKENHEAD, G. S. Consequences to learning Science through STS: A research perspective. *In: SOLOMON J.; AIKENHEAD, G. S. (ed.) STS education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, 1994b, p. 169-186.
- AIKENHEAD, G. S. STS in Canada: From policy to student evaluation. *In: Kumar, D. D.; Chubin, D. E. (ed.), Science, technology, and society: A sourcebook on research and practice*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2000, p. 49-89.
- AIKENHEAD, G. S. STS education: A rose by any other name. *In: CROSS, R. A vision for science education: Responding to the work of Peter J. Fensham*, 2003, p. 59-75.
- AIKENHEAD, G. S. Science-based occupations and the science curriculum: Concepts of evidence. **Science Education**, v. 89, n. 2, p. 242-275, 2005.
- AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. *In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (org.) CTS e Educação Científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas*. Editora UNB: Brasília. 2011, p. 73-97.
- BAKHTIN, M. M. **Marxismo e filosofia da linguagem**. São Paulo: Hucitec, 2006.
- BAKHTIN, M. M. **Estética da criação verbal** 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2011.
- BEGO, A. M.; ALVES, M.; GIORDAN, M. O planejamento de sequências didáticas de química fundamentadas no Modelo Topológico de Ensino: potencialidades do Processo EAR (Elaboração, Aplicação e Reelaboração) para a formação inicial de professores. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 3, p. 625-645, 2019
- BORGES, S. O desastre da barragem de rejeitos em Mariana, Minas Gerais: aspectos socioambientais e de gestão na exploração de recursos minerais. **Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía**, v. 27, n. 2, p. 301-312, 2018.
- BURKE, K. **The philosophy of literary form**. Berkeley: University of California Press, 1973.
- CAMILLO, J.; MATTOS, C. Educação em ciências e a teoria da atividade cultural-histórica: contribuições para a reflexão sobre tensões na prática educativa. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 16, n. 1, p. 211-230, 2014.
- CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. Tradução de Raul de Polillo. São Paulo: Melhoramentos, 1962.
- CATARINO, G. F. C.; REIS, J. C. O. A pesquisa em Ensino de Ciências e a educação científica em tempos de pandemia: reflexões sobre natureza da ciência e interdisciplinaridade. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 27, 2021.
- CENCI, A; DAMIANI, M. F. Desenvolvimento da Teoria Histórico-Cultural da Atividade em três gerações: Vigotski, Leontiev e Engeström. **Roteiro**, Joaçaba, v. 43, n. 3, p. 919-948, 2018.
- CHOWDHURY, M. A. The Integration of Science-Technology-Society/Science-Technology-Society-Environment and Socio-Scientific-Issues for Effective Science Education and Science Teaching. **Electronic Journal of Science Education**, v. 20, n. 5, p. 19-38, 2016.

- CONRADO, D. M. *et al.* Ensino de biologia a partir de questões sociocientíficas: uma experiência com ingressantes em curso de licenciatura. **Indagatio Didactica**, Universidade de Aveiro, v. 8, n. 1, p. 1132-1147, 2016.
- CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N.; EL-HANI, C. N. Uma análise de arcabouços teóricos sobre questões sociocientíficas no Ensino de Ciências. *In*: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – Enpec, **Atas [...]**. Florianópolis, SC, 2017.
- CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. EDUFBA, 2018.
- DAGNINO, R. As trajetórias dos estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e da política científica e tecnológica na Ibero-América. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 2, p. 3-36, 2008.
- DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. *In*: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. 1 ed. Florianópolis: UFSC, p. 125-150, 2001.
- DIONOR, G. A. **Propostas de ensino baseado em questões sociocientíficas: uma análise sistemática da literatura acerca do Ensino de Ciências na educação básica**. 2018, 98 p. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA. 2018.
- DOTTA, S.; GIORDAN, M. Estratégias para condução do diálogo a distância. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 22, n. 2, p. 77-87, 2014.
- DUARTE, A. H.; ROSSI, A. V.; GIORDAN, M. (ed.) Recursos Minerais, Água e Meio Ambiente. **Química Nova na Escola**, Caderno temático n.º 8, Maio, 2014.
- EASTWOOD, J. L.; SADLER, T. D.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. Metalogue: SSI in undergraduate science education. *In*: SADLER, T. D. (ed.) **Socio-scientific Issues in the Classroom**. Springer, Dordrecht, 2011, p. 127-131.
- EDWARDS, D.; MERCER, N. **Common knowledge: the development of understanding in the classroom**. 1st ed. New York: Routledge, 1987.
- ENGESTRÖM, Y. Aprendizagem por expansão na prática: em busca de uma reconceituação a partir da teoria da atividade. **Cadernos de educação**, n. 19, 2002.
- ENGESTRÖM, Y. **Aprendizagem expansiva**. Trad. Fernanda Coelho Liberali. São Paulo: Pontes Editora, 2016.
- ENGESTRÖM, Y.; MIETTINEN, R. Introduction. *In*: ENGESTRÖM, Y.; MIETTINEN, R.; PUNAMÄKI, R. (ed.) **Perspectives on Activity Theory**. Cambridge University Press, 1999.
- ENGESTRÖM, Y.; SANNINO, A. Studies of expansive learning: foundations, findings and future challenges. **Educational Research Review**, v. 5, n. 1, p. 1-24, 2010.
- FREITAS, C. M.; SILVA, M. A.; MENEZES, F. C. O desastre na barragem de mineração da Samarco: fratura exposta dos limites do Brasil na redução de risco de desastres. **Ciência e Cultura**, v. 68, n. 3, p. 25-30, 2016.
- FREITAS, C. M. *et al.* Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e Saúde Coletiva. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 5, 2019.

GALLAGHER, J. J. A broader base for science education. **Science Education**, v. 55, p. 329-338, 1971.

GIORDAN, M. The role of IRF exchanges in the discursive dynamics of e-mail tutored interactions. **International Journal of Educational Research**, v. 39, n. 8, p. 817-827, 2003.

GIORDAN, M. Tutoring through the internet: how students and teachers interact to construct meaning. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 15, p. 1875-1894, 2004.

GIORDAN, M. Diseño de ambientes virtuales de aprendizaje de la química bajo una perspectiva sociocultural. **Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales**, n. 69, p. 52-66, 2011.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de Ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados**. 2 ed. Ijuí: Unijuí, 2013.

GIORDAN, M.; MELLO, I. C. Educação aberta na Web: serviços de atendimento aos estudantes. **Química Nova na Escola**, v. 12, p. 8-10, 2000.

GIORDAN, M.; MELLO, I. C. Tutoring through telematics in teaching and learning chemistry. *In: VI European Conference on Research in Chemical Education, Proceedings [...]*, University of Aveiro/Portugal, p. 4-8, 2001.

GOMES, G. S. **Aspectos discursivos e contextuais da problematização no ensino de química sob uma perspectiva sociocultural**. 2020. 235 p. (Dissertação de Mestrado) Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. 2020.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. *In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Atas [...]*, p. 875-882, 2011.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Elementos para validação de sequências didáticas. *In: IX Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação Em Ciências, Atas [...]*, p. 1-8, 2013.

HELLER, L. Desastres de mineração e saúde pública no Brasil: lições (não) aprendidas. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, n. 5, 2019.

INSTITUTO DE COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM SAÚDE – FIOCRUZ. **ConVid – Pesquisa de comportamentos**. 2020. (<https://www.convid.fiocruz.br/>) DOI: 10.7303/syn22250673.1.

JACINTO, C. S.; RENDERS, E. C. C. A abordagem histórico-cultural: concepções e desafios segundo as narrativas das professoras de uma Rede de Ensino. **Cadernos de Educação**, v. 19, n. 39, p. 63-83, 2020.

LEMKE, J. L. Articulating communities: sociocultural perspectives on science education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 38, n. 3, p. 296-316, 2001.

LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Horizonte, 1978.

LIMA, G. S. **O professor e a Divulgação Científica: Apropriação e uso em situações formais de ensino**. 2016. 283 p. (Tese de Doutorado) Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo (SP). 2016.

LOPES, A. C.; MACEDO, E. **Teorias de Currículo**. São Paulo: Cortez, 2011.

LÓPEZ, J. Ibero-american Perspectives. In: MITCHAM, C. (ed.) **Encyclopedia of Science, Technology and Ethics**. Thomson Gale, p. 973-981, 2005.

MACENO, N. G. **A avaliação em sequências didáticas no ensino de Ciências: contribuições para o planejamento, ação e reflexão docente**. 2020. 504 p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. 2020.

MARTÍNEZ PÉREZ, L. F. **Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores**. São Paulo: Editora da Unesp, 2012.

MARTÍNEZ VIDAL, C.; MARÍ, M. La Escuela Latinoamericana de Pensamiento en Ciencia, Tecnología y Desarrollo. Notas de un Proyecto de Investigación. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación**, n. 4, p. 5-30, 2002.

MARTINS, J. B. Da relação Vigotski e Leontiev-Alguns apontamentos a respeito da história da psicologia soviética. **Revista Interamericana de Psicología/Interamerican Journal of Psychology**, v. 47, n. 1, p. 43-51, 2013.

MILANEZ, B. Mineração, ambiente e sociedade: impactos complexos e simplificação da legislação. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental (IPEA)**, v. 16, p. 93-101, 2017.

PALACIOS, F. A.; OTERO, G. F.; GARCÍA, T. R. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Madrid: Ediciones Del Laberinto, 1996.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. **Science education**, v. 95, n. 4, p. 601-626, 2011.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico-Tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático**. 2005. 305 p. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

POSSO, A. S. **O processo de produção de sequências didáticas na formação inicial de professores de Química a partir das lentes da Teoria da Aprendizagem Expansiva e Teoria da Ação Mediada**. 2022. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo/Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Biologia, Instituto de Química, 2022, *submetido à publicação*.

PRESLEY, M. L. *et al.* A framework for socio-scientific issues based education. **Science Educator**, v. 22, n. 1, p. 26-32, 2013.

REIS, P.; GALVÃO, C. Os professores de ciências naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. **Revista Electrónica de Enseñanza de la Ciencias**, v. 7, n. 3, p. 746-772, 2008.

REZENDE, F.; OSTERMANN, F. Hegemonic and counter-hegemonic discourses in science education scholarship from the perspective of post-critical curricular theories. **Cultural Studies of Science Education**, v. 15, p. 679-694, 2020.

RICO, M. *et al.* Reported tailings dam failures. A review of the european incidents in the worldwide context. **Journal of Hazardous Materials**, v. 152, n. 2, p. 846-852, 2008.

ROSA, S. E.; AULER, D. Não neutralidade da ciência-tecnologia: problematizando silenciamentos em práticas educativas CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 203-231, 2016.

SADLER, T. D. Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. **Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching**, v. 41, n. 5, p. 513-536, 2004.

SADLER, T. D. (ed.) **Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning, and research**. Dordrecht: Springer, 2011a.

SADLER, T. D. Socio-scientific issues-based education: What we know about science education in the context of SSI. *In*: SADLER, T. D. (ed.) **Socio-scientific Issues in the Classroom**. Springer, Dordrecht, 2011b, p. 355-369.

SADLER, T. D.; FRIEDRICHSEN, P.; ZANGORI, L. A framework for teaching for socio-scientific issue and model based learning (SIMBL). **Revista Educação e Fronteiras On-Line**, v. 9, n. 25, p. 8-26, 2019.

SANTOS, P. R. O ensino de Ciências e a ideia de cidadania. **Revista Mirandum**, ano X, n. 17, p. 2, 2006.

SANTOS, W. L. P. **Contextualização no ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica**. *Ciência & Ensino*, v. 1, n. especial, p. 1-12, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciência**, v. 2, n. 2, 2002.

SGARBOSA, É. C. **A comunicação multimodal e o planejamento de ensino na formação inicial de professores de química**. 2018. 239 p. (Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências – Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

SCHEID, N. M. J. Collective construction of knowledge in the initial professional training for natural sciences. **Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, v. 19, n. 2, p. 127-137, 2016.

SHULMAN, L. S. Conhecimento e ensino; fundamentos para a nova reforma. **Cadernos Cenpec**, v. 4, n. 2, p. 196-229, SP, 2014.

TAL, T. *et al.* Enhancing the authenticity of a web-based module for teaching simple inheritance. *In*: T. D. Sadler (ed.) **Socio-scientific issues in the classroom**. Springer, Dordrecht, 2011. p. 11-38.

TARGINO, A. R. L. **Textos literários de divulgação científica na elaboração e aplicação de uma sequência didática sobre a lei periódica dos elementos químicos**. 2017. 346 p. (Dissertação de Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017.

VAZ, C. R.; FAGUNDES, A. B.; PINHEIRO, N. A. M. O surgimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na educação: uma revisão. *In*: I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, Curitiba, **Anais [...]**, 2009.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

WANDERLEY, L. J. *et al.* Desastre da Samarco/Vale/BHP no Vale do Rio Doce: aspectos econômicos, políticos e socio ambientais. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 68, n. 3, p. 30-35, 2016.

WERTSCH, J. V. **Mind as action**. New York: Oxford University Press, 1998.

WERTSCH, J. V. **Voices of the mind: Sociocultural Approach to Mediated Action**. Cambridge, USA: Harvard Univ. Press, 1991.

ZEIDLER, D. L. (ed.) **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in Science Education**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003.

ZEIDLER, D. L. STEM education: A deficit framework for the twenty first century? A sociocultural socioscientific response. **Cultural Studies of Science Education**, v. 11, p. 11-26, 2016.

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

ZOLLER, U. Teaching/learning styles, performance, and students' teaching evaluation in S/T/E/S-focused Science teacher education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 28, n. 7, p. 593-607, 1991.

Apêndice A – Ambiente Virtual de Aprendizagem

Moodle LAPEQ Cursos ▾ LAPEQ ▾ Caixa de ferramentas ▾ Tutoria ▾ Administração ▾

Impactos da Mineração no Brasil - ETEC Celso Giglio

Ativar edição

Panel Meus cursos AVA-MB_ETEC

Apresentação

Mineração no Brasil

Olá, caro/a estudante!

Você acaba de ingressar no ambiente virtual de aprendizagem sobre os impactos da mineração no Brasil. Ao longo dos módulos iremos estudar e discutir a respeito dos aspectos científicos, sociais, econômicos e ambientais das atividades de mineração no Brasil, principalmente, no que diz respeito ao rompimento das barragens de Mariana e Brumadinho.

Provavelmente, você já deve saber que entre 2015 e 2019, duas barragens com uma enorme quantidade de rejeitos de minério se romperam no estado de Minas Gerais, deixando inúmeros mortos, feridos, desabrigados e uma grande destruição no meio ambiente e na vida das populações mais próximas.




Foto disponível em *OutrasMídias*

Esse projeto tem por objetivo discutir, de forma atrelada à disciplina de Química, a respeito das principais implicações sociais, econômicas e ambientais dos impactos causados pelo rompimento dessas barragens.

E aí, vamos começar?!

- Termos de consentimento e assentimento livre esclarecido
- Tutorial para navegação no moodle
- Tutorial de interação com os tutores
- Para acessar as aulas síncronas clique no link.
- Segunda-feira: 15h10 - 16h00
- Sexta-feira: 08h40 - 09h30


Avisos

- Fórum de dúvidas
- Poste aqui as dúvidas que podem ser compartilhada com os colegas.
- Fale com o tutor 74 diálogos não lidos


Certificado

[Oculto para estudantes](#)


M1-Introdução




M2 - Evidências da destruição




M3 - Barragem de Rejeitos




M4 - Propriedades físico-quí...




M5 - Tratamento e remediaç...




M6 - Encerramento




Atividade Final



Biblioteca



Caderno de questões



Fonte: dados da pesquisa.

Apêndice B – Questionário de caracterização sociocultural dos estudantes

Questões pessoais	
Q1	Em qual cidade de São Paulo você mora?
Q2	Qual seu gênero?
Q3	Qual sua idade?
Q4	Qual sua cor ou raça?
Q5	Antes da pandemia você trabalhava?
Q6	Durante a pandemia você trabalhou ou está trabalhando?
Q7	Você tem celular?
Q8	Na sua casa tem computador ou <i>notebook</i> ?
Q9	Você tem acesso à <i>internet</i> em sua casa?
Q10	Até que etapa de escolarização sua mãe ou responsável concluiu?
Q11	Quantas pessoas da sua família moram com você? Considere seus pais, irmãos e outros parentes que moram na mesma casa com você.
Q12	Qual a renda total de sua família, incluindo seus rendimentos?
Atividades escolares durante a pandemia	
Q13	<p>Durante o período de distanciamento social, a sua escola ofereceu aulas de ensino a distância virtuais ou pela TV, ou tarefas enviadas pela <i>internet</i> ou aplicativo?</p> <p>a) Sim e eu estou acompanhando/acompanhei</p> <p>b) Sim, mas não estou acompanhando as aulas/não acompanhei</p> <p>c) Não, as aulas da escola continuaram presenciais</p> <p>d) Não, a escola passou as atividades por meio impresso</p> <p>e) Não, todas as atividades foram suspensas</p>
Q14	<p>Qual o motivo principal de você não estar acompanhando/não ter acompanhado as aulas?</p> <p>a) Não tenho/tinha os recursos (Computador, celular, <i>internet</i>, TV) para acompanhar as aulas</p>

	<ul style="list-style-type: none"> b) Comecei a acompanhar, mas tive dificuldades de acompanhar e desisti c) Tive que trabalhar ou ajudar em casa d) Nenhum desses motivos e) Sempre acompanhei
Q15	<p>Quantas horas por dia, em média, você assiste/assistiu às aulas de ensino a distância?</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Duas horas ou menos b) 2 a 3 horas c) 3 a 4 horas d) 4 a 5 horas e) 5 horas ou mais
Q16	<p>Por favor, marque todas as dificuldades que você teve para acompanhar as aulas de ensino a distância: Pode marcar mais do que uma opção.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Falta de concentração/Distração fácil b) Falta de interação com professores c) Falta de interação com amigos d) Não tenho um lugar silencioso e adequado para assistir às aulas e) Compartilho o computador (ou <i>notebook</i>) com outra pessoa da casa f) Problemas com a <i>internet</i> para acompanhar as aulas ou fazer os exercícios, tarefas g) Problemas de saúde que me dificultaram acompanhar as aulas ou fazer os exercícios, tarefas h) Outro tipo de dificuldade i) Nenhuma dificuldade
Q17	<p>Você está entendendo ou entendeu o conteúdo das aulas de ensino a distância para fazer os exercícios extraclasse ou avaliações?</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Nada b) Um pouco c) Quase tudo d) Tudo
Q18	<p>Você tem pedido ajuda aos pais ou familiares para fazer os exercícios extraclasse ou avaliações?</p>

	<ul style="list-style-type: none"> a) Nunca b) Poucas vezes c) Muitas vezes d) Sempre
Tecnologias digitais e <i>internet</i>	
Q19	<p>Local de acesso à <i>Internet</i></p> <ul style="list-style-type: none"> a) Casa b) Escola c) Em algum outro estabelecimento de ensino d) Casa de outra pessoa e) Em um local público de acesso gratuito (telecentro, biblioteca pública, SESC ou associação comunitária) f) Em um local de acesso pago (<i>lan house</i> ou <i>Internet café</i>) g) Em deslocamento h) Em um local público que disponibiliza acesso gratuito (<i>shopping</i>, academia, restaurante ou lanchonete). i) Local de trabalho j) Outro
Q20	<p>Usou a <i>Internet</i> por meio do telefone celular nos últimos três meses?</p>
Q21	<p>Com que frequência você interagia por meio das formas abaixo antes do isolamento dito social (quarentena) para fins PESSOAIS?</p> <ul style="list-style-type: none"> a) <i>E-mail</i> b) Mensagem de texto (<i>WhatsApp</i> e outros) c) Comentário em notícias e <i>blogs</i> d) Comentário em publicações de redes sociais e) Participação em fóruns de discussão f) Mensagem de voz g) Ouvir <i>podcast</i> em agregadores (<i>Spotify</i> e outros) h) Assistir vídeo em agregadores (<i>YouTube</i> e outros) i) Chamada de áudio j) Chamada de vídeo



	k) Produzir e postar em agregadores de conteúdo em texto (<i>blogs</i>), áudio e vídeo.
Q22	Com que frequência você interagiu por meio das formas abaixo antes do isolamento dito social (quarentena) para fins ACADÊMICOS? a) <i>E-mail</i> b) Mensagem de texto (<i>WhatsApp</i> e outros) c) Comentário em notícias e <i>blogs</i> d) Comentário em publicações de redes sociais e) Participação em fóruns de discussão f) Mensagem de voz g) Ouvir <i>podcast</i> em agregadores (<i>Spotify</i> e outros) h) Assistir vídeo em agregadores (<i>YouTube</i> e outros) i) Chamada de áudio j) Chamada de vídeo k) Produzir e postar em agregadores de conteúdo em texto (<i>blogs</i>), áudio e vídeo.

Apêndice C – Roteiro de entrevista semiestruturada (Docente)

Roteiro de entrevista com o docente
Formação e atuação profissional
1) Fale um pouco sobre sua formação acadêmica (curso de graduação, pós-graduação <i>lato e stricto sensu</i> , indicando os respectivos anos em que os cursos ocorreram e as principais áreas de atuação).
2) Você costuma realizar cursos de formação continuada para a docência? (opções: Sim ou Não) Se sim: Fale um pouco sobre o tipo de curso que você costuma realizar e a instituição realizadora.
3) Leciona há quanto tempo?
4) Há quanto tempo atua na Etec?
5) Fale um pouco sobre seu tempo de atuação na Etec (como ingressou na instituição, a seleção das aulas, os cursos em que leciona, sua dinâmica de trabalho, a carga horária e outros aspectos que achar relevantes).
6) Já trabalhou em outras instituições além desta escola? Se sim: Em qual rede (pública estadual, municipal ou federal, privada, Ensino Superior, outro – qual)? O que era diferente da Etec nessa instituição? Se não: Você gostaria de ter experiência em outra instituição? Se sim: Qual e por quê?
7) Como faz para se manter atualizado sobre Química/Ciências e sobre a sua profissão?
8) Como a pandemia influenciou sua prática docente? Destaque aspectos que você julgue positivos e negativos.
9) Você pretende adotar alguma das novas práticas implementadas a partir da necessidade imposta pela pandemia mesmo no cenário de retorno às aulas presenciais? Explique.
Questões sociocientíficas e Ambiente Virtual de Aprendizagem
10) Você já havia trabalhado com questões sociocientíficas? Se sim: Qual o tema? Que materiais utilizou para falar sobre essa questão? De que forma a questão sociocientífica foi inserida na sua aula?
11) Que temas relacionados à Ciência, Tecnologia e Sociedade despertam mais o seu interesse?
12) Como você se informa sobre esses temas?
13) Quais as potencialidades e limitações de trabalhar com QSC nas aulas de Química?
Impactos da Mineração no Brasil (barragens)
14) Qual era sua relação com o problema apresentado no início da SD de barragens?
15) Você já tinha usado algum aspecto desse tema (mineração/barragens) para tratar de conceitos específicos de sua disciplina? (Sim ou Não) Se sim: descreva a utilização (exemplo em sala de aula, atividade de discussão, jogo, leitura etc.)



16) Para você, qual foi a maior dificuldade de trabalhar com o tema da mineração e do rompimento das barragens?
17) Qual atividade você acredita que mais se destacou na SD das barragens? Justifique.
18) Para você, qual ferramenta mais se destacou no AVA de barragens?
19) O que você achou de utilizar o AVA como ferramenta para as aulas de Química? Fale sobre as facilidades e as dificuldades.
20) Em suas aulas, por que você optou por utilizar preponderantemente o ambiente?
21) Supondo que o AVA de barragens estivesse à disposição em um projeto, sem a condicionante do distanciamento físico, quais estratégias você aplicaria para utilizá-lo em aulas presenciais? Quais materiais adicionais poderiam ajudar?
22) Levando em consideração a organização dos conteúdos no AVA de barragens, quais aspectos você acredita que poderiam ser melhor desenvolvidos?
23) Há algo que gostaria de acrescentar?



Apêndice D – Termo de Consentimento e Assentimento Livre e Esclarecido para pais e/ou responsáveis e estudantes

	UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP) FACULDADE DE EDUCAÇÃO (FE) LABORATÓRIO DE PESQUISA EM ENSINO DE QUÍMICA E TECNOLOGIAS EDUCATIVAS (LAPEQ)	
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO RESPONSÁVEL		
<p>Prezado(a) Senhor(a):</p> <p>Devido à pandemia, várias atividades foram interrompidas ou precisaram ser adaptadas, o que não foi diferente no campo das pesquisas desenvolvidas nas escolas. Nesse sentido, desenvolvemos uma proposta de pesquisa intitulada "A articulação de aspectos científicos, sociais, econômicos e ambientais em uma sequência didática sobre os impactos da mineração no Brasil", desenvolvida junto ao Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (LAPEQ FE-USP) pela pesquisadora Emmanuela Gracina Florian Marques, orientado pelo Prof. Dr. Marcelo Giordan, os quais podem ser contatados pelo e-mail lapeq@usp.br. O trabalho tem por objetivo analisar, por meio das interações discursivas e das produções escolares realizadas através de ambientes virtuais, como um professor de química articula os conteúdos científicos, específicos da disciplina, com aspectos sociais, econômicos e ambientais no desenvolvimento de uma sequência didática (SD), cujo tema central são os impactos causados pela mineração no Brasil, e os instrumentos utilizados são: gravação de aulas remotas vinculadas a uma sequência didática via plataformas de videoconferência, acessos e desenvolvimento de atividades em ambiente virtual de aprendizagem (que pode ser acessado, através da identificação de login enviada ao estudante, clicando aqui https://bit.ly/3sLK1XN) e utilização das produções escolares elaboradas pelos alunos. Em etapas posteriores, alguns alunos e o docente podem ser convidados a participar de uma entrevista com o pesquisador. No decorrer da pesquisa, há um risco mínimo de que o registro ou o teor das discussões desenvolvidas em sala de aula possam causar algum desconforto ou constrangimento. Você tem liberdade de retirar o consentimento em qualquer etapa da pesquisa, sem penalização alguma, e assim os dados do menor sob sua responsabilidade não serão mais utilizados para desenvolver a investigação. A qualquer momento, é possível buscar maiores esclarecimentos, inclusive relativos à metodologia do trabalho. Os responsáveis pelo projeto garantem o sigilo, assegurando a privacidade dos participantes envolvidos na pesquisa e o armazenamento dos arquivos em base de dados com acesso restrito, que poderão ser utilizados para pesquisas futuras. As informações obtidas só podem ser usadas para fins científicos, e essa participação não inclui nenhum tipo de pagamento. Os princípios éticos para constituição e análise dos dados se baseiam nas orientações da comissão de ética da FEUSP, firmadas nos princípios do Código de Ética da USP (Resolução 4871/2001) e do Conselho Nacional de Saúde (Resolução 510/2016).</p> <p>Nome do responsável: _____</p> <p>Você concorda com a participação do menor sob sua responsabilidade na pesquisa descrita acima? _____</p>		

	UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP) FACULDADE DE EDUCAÇÃO (FE) LABORATÓRIO DE PESQUISA EM ENSINO DE QUÍMICA E TECNOLOGIAS EDUCATIVAS (LAPEQ)	
TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO ESTUDANTE		
<p>Prezado(a) estudante:</p> <p>A participação neste ambiente e a entrega das atividades nele apresentadas constituem a Sequência Didática "Impactos da mineração no Brasil", vinculada ao projeto de pesquisa "A articulação de aspectos científicos, sociais, econômicos e ambientais em uma sequência didática sobre os impactos da mineração no Brasil", que tem a finalidade de investigar o desenvolvimento de um problema sociocientífico relacionado à MINERAÇÃO por meio do ensino remoto durante a pandemia. Nesta etapa, sua participação ocorre por meio das aulas de química, que terão como material de apoio um ambiente virtual de aprendizagem. A gravação das aulas síncronas remotas e as produções escolares desenvolvidas por você ao longo da sequência didática serão registradas e armazenadas em uma base de dados com acesso restrito, que poderão ser utilizadas em pesquisas futuras ou com finalidades educacionais do Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas (LAPEQ) da FEUSP e de seus colaboradores. Há um risco mínimo de que o registro e algumas discussões sobre o problema possam lhe causar algum desconforto ou constrangimento. Você tem liberdade de retirar o consentimento em qualquer etapa da pesquisa, sem penalização alguma, e assim os dados relacionados à sua participação não serão mais utilizados para desenvolver a investigação. A qualquer momento, é possível buscar maiores esclarecimentos, inclusive relativos à metodologia do trabalho. O responsável pelo LAPEQ, Prof. Dr. Marcelo Giordan, garante o sigilo, assegurando a privacidade dos participantes no armazenamento dos dados.</p> <p>As informações obtidas só podem ser usadas para fins didáticos e científicos e essa participação não inclui nenhum tipo de pagamento. Os princípios éticos para constituição e análise dos dados se baseiam nas orientações da comissão de ética da FEUSP, firmadas nos princípios do Código de Ética da USP (Resolução 4871/2001) e do Conselho Nacional de Saúde (Resolução 510/2016).</p> <p>Nome completo do aluno: _____</p> <p>Você concorda em participar da pesquisa descrita acima? _____</p>		

Apêndice E – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para tutores e professor

	UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP) FACULDADE DE EDUCAÇÃO (FE) LABORATÓRIO DE PESQUISA EM ENSINO DE QUÍMICA E TECNOLOGIAS EDUCATIVAS (LAPEQ)	
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PROFESSOR		
<p>Eu, _____, R.G.: _____, concordo em participar, como voluntário, do projeto intitulado "A articulação de aspectos científicos, sociais, econômicos e ambientais em uma sequência didática sobre os impactos da mineração no Brasil", que tem como pesquisador responsável Emmanuela Gracina Florian Marques, aluno do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, orientado pelo Prof. Dr. Marcelo Giordan, os quais podem ser contatados pelo e-mail lapeq@usp.br ou telefone (11) 3091-8290. O presente trabalho tem por objetivo: "analisar, por meio das interações discursivas e das produções escolares realizadas através de ambientes virtuais, como um professor de química articula os conteúdos científicos, específicos da disciplina, com aspectos sociais, econômicos e ambientais no desenvolvimento de uma sequência didática (SD), cuja temática são os impactos causados pela mineração no Brasil", e os instrumentos utilizados são: registro da aplicação de sequências didáticas nas aulas virtuais de Química e utilização das produções escritas elaboradas pelos alunos. Em etapas posteriores, o docente pode ser convidado a participar de uma entrevista com o pesquisador. No decorrer da pesquisa, há um risco mínimo de que o registro ou o teor das discussões desenvolvidas em sala de aula e nas entrevistas possam causar algum desconforto ou constrangimento. Minha participação consistirá em colaborar na elaboração e validação da SD e em aplicá-la. Compreendo que tenho liberdade de retirar o meu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma. A qualquer momento, posso buscar maiores esclarecimentos, inclusive relativos à metodologia do trabalho. Os responsáveis pelo projeto garantem o sigilo, assegurando a privacidade dos participantes envolvidos na pesquisa e o armazenamento dos arquivos em base de dados com acesso restrito, que poderão ser utilizados para pesquisas futuras. Declaro compreender que as informações obtidas só podem ser usadas para fins científicos e que essa participação não inclui nenhum tipo de pagamento. Os princípios éticos para constituição e análise dos dados se baseiam nas orientações da comissão de ética da FEUSP, firmadas nos princípios do Código de Ética da USP (Resolução 4871/2001) e do Conselho Nacional de Saúde (Resolução 510/2016).</p>		
_____ Assinatura do professor	São Paulo Cidade	_____ Data

	UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP) FACULDADE DE EDUCAÇÃO (FE) LABORATÓRIO DE PESQUISA EM ENSINO DE QUÍMICA E TECNOLOGIAS EDUCATIVAS (LAPEQ)	
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO TUTORES		
Prezado(a) licenciando(a)		
<p>Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), de pesquisas desenvolvidas pelo Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas (LAPEQ) da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, que investigam o desenvolvimento de sequências didáticas com problemas sociocientíficos por meio do ensino remoto durante a pandemia. As pesquisadoras responsáveis são a mestranda Emmanuela Gracina Florian Marques e a doutoranda Évelin Carolina Sgarbosa, orientadas pelo Prof. Dr. Marcelo Giordan, que podem ser contatados pelo e-mail lapeq@usp.br ou telefone (11) 3091-8290. Ao concordar com a participação, você autoriza a cessão dos seguintes dados: registro audiovisual da aplicação de sequências didáticas nas aulas de Química da ETEC Celso Giglio e de Metodologia do Ensino de Química, utilização das produções escritas elaboradas, como relatórios, diários, questionários e interações online. Em etapas posteriores, você pode ser convidado(a) a participar de uma entrevista com as pesquisadoras. No decorrer da pesquisa, há um risco mínimo de que o registro ou o teor das discussões desenvolvidas em sala de aula e nas entrevistas possam causar algum desconforto ou constrangimento. Você tem liberdade de retirar o consentimento em qualquer etapa da pesquisa, sem penalização alguma, e assim seus dados não serão mais utilizados para desenvolver a investigação. A qualquer momento, é possível buscar maiores esclarecimentos, inclusive relativos à metodologia do trabalho. Os responsáveis pelo projeto garantem o sigilo, assegurando a privacidade dos participantes envolvidos na pesquisa e o armazenamento dos arquivos em base de dados com acesso restrito, que poderão ser utilizados para pesquisas futuras. As informações obtidas só podem ser usadas para fins científicos e educacionais, e essa participação não inclui nenhum tipo de pagamento. Os princípios éticos para constituição e análise dos dados se baseiam nas orientações da comissão de ética da FEUSP, firmadas nos princípios do Código de Ética da USP (Resolução 4871/2001) e do Conselho Nacional de Saúde (Resolução 510/2016).</p>		
Nome: _____		
Você concorda em participar da pesquisa? _____		

Apêndice F – Orientações para elaboração do relatório final



Relatório técnico

Olá, prezadxs alunxs!

Nessa etapa da sequência você já deve saber que terá que elaborar, junto com seus colegas, um relatório técnico. Mas você já pensou sobre a estrutura desse relatório? O que deve conter? Como deve ser organizado? Quais suas partes principais e o que deve ser descrito nelas?

Na prática, algumas informações já foram apresentadas quando explicamos o que é um relatório técnico e discutimos o que deveria ser feito. Por isso, o que vamos apresentar agora é um conjunto de itens que vai ajudá-los a estruturar seu relatório e orientá-los para que nada seja perdido ou esquecido.

As orientações aqui colocadas foram elaboradas tendo como base relatórios produzidos pelo MPF, por empresas contratadas pela Vale, pela comissão dos Atingidos por Barragens e algumas orientações elaboradas pelo SEBRAE.

São três as principais partes em que o relatório deverá ser dividido. A primeira contém objetivo e introdução; a segunda, a metodologia e os principais resultados; e a terceira, a conclusão e orientações gerais.

A seguir disponibilizamos um modelo com alguns tópicos que podem ser úteis para orientar a elaboração do relatório de vocês.

Bom trabalho!

Relatório Técnico

- (1) **Capa:** deve conter o título do documento, o nome e o símbolo da instituição de ensino, informações do destinatário e nomes e série dos integrantes do grupo.
- (2) **Sumário.**
- (3) **Apresentação:** é na apresentação que o leitor terá o primeiro contato com o documento. Por isso vocês devem fazer um apanhado geral dos eventos e do que será encontrado nas páginas seguintes.
- (4) **Objetivo:** o objetivo precisa deixar claro ao leitor qual o principal propósito do relatório, como ele pode ser atingido, porque ele está sendo elaborado e a quem ele se destina. Não se esqueça de que o objetivo deve conter as principais informações que serão apresentadas e deve ser sucinto: por isso tente elaborar um único parágrafo, no máximo dois.
- (5) **Introdução:** a introdução deverá apresentar um conjunto de informações que permitam ao leitor reconhecer a realidade e o contexto que serão abordados no decorrer do documento. Além disso, deve caracterizar o público a quem se destina o relatório, apresentando quem são e porque são importantes para aquele contexto.
- (6) **Metodologia:** nessa etapa vocês deverão apresentar os métodos que foram utilizados para coleta e análise de dados, quais estratégias serão utilizadas nas discussões e os principais pontos que vão compor os resultados e ajudarão na conclusão e na tomada de decisão.
- (7) **Análise de impactos socioambientais:** nessa etapa vocês deverão discutir a respeito dos dados encontrados, como eles se relacionam com os objetivos propostos, quais as estratégias para resolução dos problemas, apresentando diagramas, imagens, esquemas ou gráficos que auxiliem na compreensão dos fatos.
- (8) **Conclusão/Orientações gerais:** essa é a última etapa do relatório técnico. Nela vocês deverão expor as principais ideias que foram discutidas, os principais resultados encontrados na pesquisa e como os objetivos podem, ou não, ser alcançados. Além disso, é nessa seção principalmente que vocês deverão expor suas opiniões, indicar o que consideram como medidas corretas a serem tomadas e quais os próximos passos após a leitura desse documento.

Relatório de apresentação de Caso (MPF)

Você e seu grupo vão agora elaborar um relatório técnico que será endereçado ao **Ministério Público Federal**. O relatório deverá incluir informações a respeito do rompimento das barragens de Mariana e Brumadinho: os principais envolvidos e os impactos ambientais, sociais e econômicos para o Estado, o meio ambiente e a população.

O trabalho de vocês é estruturar um documento que apresente as consequências diretas e indiretas desses eventos, apresentando posicionamentos e ações que possam solucionar os problemas já causados e aqueles que podem surgir por conta da implantação inadequada de barragens ou de ações insuficientes de monitoramento.

Vocês deverão convencê-los de que existem alternativas de barragens que não pelo método de alteamento a montante e apresentar uma alternativa que atenda às necessidades da indústria e garanta a segurança da população e do meio ambiente.

O relatório deverá contemplar o que foi estudado até agora e estar relacionado com conteúdos de química que já foram estudados. Vocês deverão entregar um material escrito, cujo modelo já foi disponibilizado, e elaborar uma apresentação em vídeo, de cinco a dez minutos, para defender e expor aos colegas o ponto de vista e o posicionamento do grupo.

O vídeo deve ser uma apresentação do relatório de forma virtual (os alunos não precisam se encontrar para gravá-lo), e para isso vocês podem gravar a tela do computador utilizando recursos que estão disponíveis na *Web* de forma gratuita (*Loom*, *OBS Studio*, *Google Meet*).

O relatório e o vídeo deverão ser entregues até o dia 18/06 no *Moodle*. O documento da atividade deverá estar no formato DOC ou PDF e nele deverá ser anexado o *link* para a visualização do vídeo, esteja ele na plataforma do *Youtube* ou no *Google Drive* (lembrem-se que o *link* deve estar aberto para que os professores possam ter acesso ao vídeo).

----- **Informações importantes** -----

Conhecendo o Ministério Público Federal

O MPF é uma instituição que atua como fiscal da lei promovendo a defesa dos direitos sociais e individuais, da ordem jurídica e do regime democrático. O MPF atua em casos federais, regulamentados pela Constituição e pelas leis federais, sempre que a questão envolver interesse público.

Causa determinante para elaboração do relatório

Tendo em vista a extensão dos danos causados e o envolvimento de diferentes esferas da sociedade fica claro o envolvimento do interesse público e a necessidade da denúncia ao MPF. Como já existe um caso de denúncia elaborada contra a empresa Samarco, sugerimos que vocês proponham um relatório de aspectos mais gerais que envolvam os dois casos, e foquem principalmente na questão da escolha do modelo de barragem de contenção de rejeitos ideal para a manutenção da segurança pública e do meio ambiente.

Orientações gerais

Além dos dados relacionados aos eventos ocorridos em Minas Gerais o relatório de vocês deverá contemplar:

- a relação entre as partes envolvidas no processo, sendo elas o poder público, a população, as empresas e o meio ambiente;
- os impactos sociais, ambientais, econômicos e outros que podem ser relevantes;
- os modelos de barragens adotados pelas empresas e o modelo sugerido no relatório;
- os dados de pesquisas que apoiam o argumento do grupo para as questões colocadas;
- o argumento do grupo para defender o modelo e as soluções propostas para o problema.

Vale lembrar que todas as informações apresentadas no relatório devem ser referenciadas em bases de dados confiáveis.

Relatório de apresentação de Caso (Vale)

Você e seu grupo vão agora elaborar um relatório técnico que será endereçado à empresa **Vale**. O relatório deverá incluir informações a respeito do rompimento das barragens de Mariana e Brumadinho: os principais envolvidos e os impactos ambientais, sociais e econômicos para o Estado, o meio ambiente e a população.

O trabalho de vocês é estruturar um documento que apresente as consequências diretas e indiretas desses eventos, reivindicando posicionamentos e ações que possam solucionar os problemas já causados e aqueles que podem surgir por conta da implantação inadequada de barragens ou de ações insuficientes de monitoramento.

Vocês deverão apresentar novos modelos de barragens e tratamento de rejeitos de minério e convencê-los de que a proposta colocada pode trazer ganhos não só para a população e o meio ambiente, mas também para a própria Vale.

O relatório deverá contemplar o que foi estudado até agora e estar relacionado com conteúdos de química que já foram estudados. Vocês deverão entregar um material escrito, cujo modelo já foi disponibilizado, e elaborar uma apresentação em vídeo, de cinco a dez minutos, para defender e expor aos colegas o ponto de vista e o posicionamento do grupo.

O vídeo deve ser uma apresentação do relatório de forma virtual (os alunos não precisam se encontrar para gravá-lo), e para isso vocês podem gravar a tela do computador utilizando recursos que estão disponíveis na *Web* de forma gratuita (*Loom*, *OBS Studio*, *Google Meet*).

O relatório e o vídeo deverão ser entregues até o dia 18/06 no *Moodle*. O documento da atividade deverá estar no formato DOC ou PDF e nele deverá ser anexado o *link* para a visualização do vídeo, esteja ele na plataforma do *Youtube* ou no *Google Drive* (lembrem-se que o link deve estar aberto para que os professores possam ter acesso ao vídeo).

----- **Informações importantes** -----

Conhecendo a Vale

Fundada em 1942 como uma companhia estatal a Vale do Rio Doce opera hoje na área de mineração, logística de serviços de transportes, energia e siderurgia. Em 1997 a companhia foi vendida a uma empresa privada e em 2009 passou a se chamar somente Vale. O complexo da Vale em Brumadinho, onde romperam as barragens, era responsável por cerca de 7% do total da produção de minério de ferro da empresa. Além disso, a Vale também é uma das maiores acionistas da empresa Samarco, responsável pela barragem que rompeu em Mariana no ano de 2015. Atualmente possui sede no Brasil e atua em aproximadamente 30 países, intitulando-se como a maior produtora de ferro, pelotas e níquel do mundo.

Causa determinante para elaboração do relatório

A Vale possui hoje 124 barragens na área de minério de ferro registradas na Agência Nacional de Mineração (ANM), 82% delas localizadas no estado de Minas Gerais. Os principais modelos de barragem utilizados pela Vale são alçamento a jusante e a montante. No entanto sabemos que existem outros modelos de barragens e outras técnicas para o tratamento de rejeitos de minério. Sugerimos que o relatório do grupo apresente as diferenças entre os modelos de barragens e entre os tratamentos de rejeitos, e apontem aquele que melhor atenda aos interesses públicos (sociais e ambientais) e privados.

Orientações gerais

Além dos dados relacionados aos eventos ocorridos em Minas Gerais o relatório de vocês deverá contemplar:

- a relação entre as partes envolvidas no processo, sendo elas o poder público, a população, as empresas e o meio ambiente;
- os impactos sociais, ambientais, econômicos e outros que podem ser relevantes;
- os modelos de barragens adotados pelas empresas e o modelo sugerido no relatório;
- os dados de pesquisas que apoiam o argumento do grupo para as questões colocadas;
- o argumento do grupo para defender o modelo e as soluções propostas para o problema.

Vale lembrar que todas as informações apresentadas no relatório devem ser referenciadas em bases de dados confiáveis.

Relatório de apresentação de Caso (MAB)

Você e seu grupo vão agora elaborar um relatório técnico que será endereçado ao **Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB)**. O relatório deverá incluir informações a respeito do rompimento das barragens de Mariana e Brumadinho: os principais envolvidos e os impactos ambientais, sociais e econômicos para o Estado, o meio ambiente e a população.

O trabalho de vocês é estruturar um documento que apresente as causas e também as consequências diretas e indiretas desses eventos e apresentar argumentos que contribuam para pautas já presentes no movimento e na luta pelo direito das populações atingidas.

Vocês deverão apresentar um modelo de barragem alternativo ao que foi usado em Mariana e Brumadinho, indicando as principais diferenças e justificando sua implantação de forma que atenda às demandas da indústria e garanta a segurança da população e do meio ambiente. O relatório deve colaborar com as ações promovidas pelo movimento e por isso deve focar na confiabilidade e relevância das informações.

O relatório deverá contemplar o que foi estudado até agora e estar relacionado com conteúdos de química que já foram estudados. Vocês deverão entregar um material escrito, cujo modelo já foi disponibilizado, e elaborar uma apresentação em vídeo, de cinco a dez minutos, para defender e expor aos colegas o ponto de vista e o posicionamento do grupo.

O vídeo deve ser uma apresentação do relatório de forma virtual (os alunos não precisam se encontrar para gravá-lo), e para isso vocês podem gravar a tela do computador utilizando recursos que estão disponíveis na *Web* de forma gratuita (*Loom*, *OBS Studio*, *Google Meet*).

O relatório e o vídeo deverão ser entregues até o dia 18/06 no *Moodle*. O documento da atividade deverá estar no formato DOC ou PDF e nele deverá ser anexado o *link* para a visualização do vídeo esteja ele na plataforma do *Youtube* ou no *Google Drive* (lembrem-se que o *link* deve estar aberto para que os professores possam ter acesso ao vídeo).

----- **Informações importantes** -----

Conhecendo o Movimento dos Atingidos por Barragens

O MAB nasceu na década de 1980 com o objetivo de organizar as populações atingidas por barragens antes, durante ou depois da construção desses empreendimentos. Esse movimento busca a efetivação dos direitos das populações atingidas e defende interesses sociais e ambientais em questões que envolvem não só os impactos causados por barragens, mas também questões como desmatamento, poluição das águas, distribuição de energia etc. O MAB promove ações, protestos, desenvolve atividades e mobiliza a população pela luta por direitos fundamentais ao ser humano.

Causa determinante para elaboração do relatório

A extensão dos danos causados à população vai além da perda material imediata. Inúmeras vidas foram ceifadas; fontes de renda, destruídas; danos causados à saúde da população; perda da flora, fauna e inúmeros outros prejuízos podem ser listados. O relatório endereçado ao MAB deverá apresentar, com base em critérios técnicos, como a substituição do modelo de barragem poderia ter evitado o rompimento. Sugerimos ainda que o grupo apresente um panorama dos principais prejuízos causados a cada setor (social, ambiental e econômico).

Orientações gerais

Além dos dados relacionados aos eventos ocorridos em Minas Gerais o relatório de vocês deverá contemplar:

- a relação entre as partes envolvidas no processo, sendo elas o poder público, a população, as empresas e o meio ambiente;
- os impactos sociais, ambientais, econômicos e outros que podem ser relevantes;
- os modelos de barragens adotados pelas empresas e o modelo sugerido no relatório;
- os dados de pesquisas que apoiam o argumento do grupo para as questões colocadas;
- o argumento do grupo para defender o modelo e as soluções propostas para o problema.

Vale lembrar que todas as informações apresentadas no relatório devem ser referenciadas em bases de dados confiáveis.

Apêndice G – Resumo da participação dos estudantes na pesquisa

G	Alunos	Presença %/ participação nas aulas	Dedicação ao curso (26/04 – 30/06)	Entrega das atividades	Interações com os tutores A/T	Trabalho final
1	Júlio	88	52h18min	10/11	2/8	Ok
	Rômulo	69/3	10h53min	11/11	0/6	Ok
	Ricardo	69/3	11h37min	11/11	0/8	Ok
2	Alice	75	14h16min	11/11	8/10	Ok
	Bianca	94/1	9h28min	11/11	8/12	Ok
	Gael	88/14	27h10min	11/11	6/11	Ok
	Helena	13	6h17min	10/11	0/9	Ok
	Tomaz	69	7h31min	11/11	7/10	Ok
3	Cida	100/43	47horas	11/11	26/32	Ok
	Estela	81/5	50h49min	11/11	10/15	Ok
	Igor	38	4h25min	6/11	0/4	Ok
	Laura	100/69	30h10min	11/11	24/33	Ok
4	Enza	0	5h6min	2/11	0/4	Ok
	Luana	88/2	12h59min	11/11	5/8	Ok
	Larissa	88/2	14h11min	11/11	0/9	Ok
	Vinícius	88	20h12min	11/11	5/8	Ok
6	Guilherme	100/26	8h38min	11/11	2/9	Ok
	Gustavo	88/1	11h48min	11/11	8/10	Ok
	Gabriel	88/1	48h13min	11/11	11/12	Ok
	Romeu	88	3h53min	11/11	8/03	Ok
6	Kamila	75/8	7h8min	09/11	1/8	Ok
	Raquel	94/27	49h20min	11/11	1/8	Ok
	Soraia	75	19h58min	11/11	1/9	Ok
	Yolanda	56/6	5h8min	11/11	2/11	Ok
7	Henrique	31	19h1min	11/11	0/9	Ok
	Lion	25	11h30min	11/11	1/7	Ok
	Leandro	44	6h57min	8/11	1/7	Ok
8	Amadeu	44	20h34min	11/11	1/6	Ok
	Aluísio	88	8h50min	10/11	2/9	Ok
	Isabel	69	13h10min	11/11	0/9	Ok
9	Jaqueline	0	Nenhum	0/11	0	-
	João	0	Nenhum	0/11	0	-
	Vagner	0	10min11seg	0/11	0	-

10	Breno	0	Nenhum	0/11	0	-
	Geovana	75	5h49min	8/11	0/7	-

Apêndice H – Transcrição da entrevista com a tutora Sandra

		P = pesquisadora	S = Sandra	T = Turno de fala
T	Entrevista			
1	P	Bom, primeiro eu queria saber sobre a sua experiência com atividades de docência antes da pandemia. Se você já atuou como professora, como tutora, como monitora, enfim...qual é a sua experiência com docência antes do período da pandemia?		
2	S	<p>Hmm, certo, então, antes da pandemia eu só tinha atuado em aulas particulares, né?</p> <p>Fui monitora durante o meu Ensino Médio, monitora de Química, mas nada muito elaborado. E aí, depois que eu entrei na faculdade, no começo eu só tinha dado aulas particulares, sempre com um aluno, e aí eu acabei deixando todas as minhas atividades de estágio, para o que seria o meu último ano de licenciatura, né? Todas as disciplinas como estágio obrigatório acabei deixando para 2020, e aí veio a pandemia.</p> <p>Então eu acabei fazendo todas as minhas atividades de estágio passeando entre o modo híbrido, e eu só comecei o estágio presencial agora nesse mês de novembro, né?, finalzinho de outubro.</p>		
3	P	Entendi, e as aulas particulares que você dava eram vinculadas a alguma agência ou você fazia a sua própria divulgação?		
4	S	Não, não, era por indicação mesmo.		
5	P	Certo! E agora? Durante o período da pandemia, você teve outras experiências além da atividade que a gente trabalhou com as questões sociocientíficas, da mineração?		
6	S	Tive de docência em específico, eu fiquei três meses em uma escola particular aqui na minha cidade, em Guarulhos. Dessas que são vinculadas ao cursinho, eu estava cobrindo a licença maternidade de uma professora. Na verdade, foram quatro meses, né? Mas o mês de janeiro foi só planejamento.		
7	P	Ah, sim, mas isso já durante a pandemia, né?		
8	S	<p>Sim, isso já em 2021, de janeiro a final de abril, a minha situação lá.</p> <p>Nessa escola, eu tinha três turmas, uma para cada ano do Ensino Médio.</p> <p>E além disso eu tive algumas experiências pontuais com estágio da licenciatura de Poeb, né?, então... Você quer saber de docência especificamente, né?</p>		
9	P	Não, mas pode falar, pode falar.		
10	S	<p>É, não, é que de Poeb em didática eu só acompanhei aulas, né?, eu não cheguei a ministrar, mas no estágio supervisionado que eu estou concluindo agora, também.</p> <p>É, eu cheguei a ministrar, a gente organizou uma oficina com duas aulas no modo remoto mesmo, pelo <i>Google Meet</i> sobre alquimia química, né? Semelhanças e diferenças, isso eu e mais dois estagiários.</p> <p>Depois eu e mais dois estagiários nós ministramos um minicurso que foi presencial sobre a química na alimentação Brasileira, a gente falou especificamente sobre a mandioca, assim, da raiz, né?, até o tucupi. Ah, inclusive foram ---- e -----[nomes omitidos para preservar o anonimato], que estão inclusive nessa disciplina.</p> <p>Fomos nós três que ministramos essa oficina sobre mandioca.</p>		
11	P	Mas foi presencial onde? Na escola (na universidade)?		
12	S	Na escola, no colégio que nós estamos fazendo estágio supervisionado, fica aqui em Santana; é uma escola estadual, Colégio Buenos Aires.		

13	P	Hmm... sim, e as aulas que você disse que só acompanhou também foram na escola estadual?
14	S	Para o estágio supervisionado, sim, mas para outras disciplinas da licenciatura eu fui até outras escolas. Eu fui em um debate que eu fiquei numa Etec aqui na Vila Maria, onde eu fiz o Ensino Médio. E para a Poeb foi em uma escola particular aqui na minha região, e uma escola estadual também. Só que para Ensino Fundamental.
15	P	Certo, e você já tinha trabalhado com questões só científicas antes dessa proposta?
16	S	Já tinha visto de modo teórico na minha na licenciatura, nas disciplinas, principalmente nas disciplinas específicas de Química, né?, Instrumentação 1 e 2. Essas duas com o mesmo professor, que é o ----[nome omitido para preservar o anonimato], ele gostava de abordar esse assunto, mas nunca tinha visto sendo aplicado numa escola, e nunca tinha aplicado, né? Até porque as minhas experiências eram meio restritas.
17	P	Hmm...entendi. Certo, mudando um pouco de assunto. Eu queria saber como você se informa sobre questões de Ciência, Tecnologia e Sociedade? Através de quais meios? Quais revistas, enfim?
18	S	Certo, eu comecei tendo contato com essas informações quando eu estava no Ensino Médio, principalmente por meio de divulgação científica em vídeos, né? Eu acompanhava vários divulgadores científicos no <i>YouTube</i> e, durante o Ensino Médio, eu continuei com esse meio. E aí migrei para outras redes sociais, como por exemplo o <i>Instagram</i> . Então, <i>YouTube</i> e <i>Instagram</i> são duas das minhas principais fontes de informação de ciência em específico. Questões mais sociais eu procuro... é agregadores, jornais, né?, então, o G1, a Folha de São Paulo... Acho que são os dois que mais acompanho, mas também a CNN, às vezes, o Estadão, a Carta Capital, esses dois últimos para dar umas risadas, geralmente, que eu gosto muito deles.
19	P	Certo! E quais são os assuntos? Assim, principalmente de ciência que você busca, né? Tem algum assunto que te chama mais atenção dentro da ciência? Algo que você goste mais, que você veja mais, talvez.
20	S	Olha, durante a pandemia, o que mais pesquisei foi especialmente sobre epidemiologia, virologia, esse tipo de coisa que é mais voltado para Biologia e área médica. Mas eu também me interesso muito por Astronomia, então estou sempre procurando, é... questões sobre esse assunto, e eu gosto de saber novidades da área da Química, né? Embora confesso que eu não, não procure com tanta frequência, né? Mas quando tem algum acontecimento, ou então saiu um prêmio Nobel, deixa eu ver qual é a pesquisa deles? Alguma coisa assim, sabe? Mas vai um pouco mais para esses assuntos, mas não só, né?! Então de um tempo para cá, por exemplo, eu estou migrando um pouquinho para ciências humanas, dando uma olhada no que está sendo produzido a respeito, mais na área social, principalmente Psicologia. Então varia muito de acordo com o que está acontecendo no país ou comigo mesma, os interesses variam. Mas eu diria que Astronomia e Química são duas áreas que são perenes desde o Ensino Médio.
21	P	Entendi. Você disse que você e os seus colegas de grupo, né?, fizeram um minicurso sobre Química e alquimia, não foi isso?! Você também busca essas questões mais históricas da Química, do surgimento da Química, História da Química em geral?
22	S	Eu sempre me interessei por História. De maneira geral, né?, apesar de não ter chegado a considerar fazer faculdade nesse assunto, mas é um assunto que sempre me interessou bastante.

		<p>No caso da Química, especificamente, eu fiz uma disciplina de História da Química que existe lá no Instituto de Química com o professor ----- [nome omitido para preservar o anonimato].</p> <p>E foi meio que abrir portas para alguns assuntos que eu nunca tinha pensado em profundidade. Dentre eles a alquimia, a participação de mulheres na ciência, entre outros.</p> <p>Eu diria que eu me interesse bastante por esses assuntos, mas eu vou ser sincera, que não são os assuntos que eu mais pesquisa.</p> <p>Geralmente as informações chegam até mim, e aí quando elas chegam, eu falo “deixa eu salvar isso aqui, para dar uma olhada com mais calma”, mas não que eu, que eu vá muito atrás.</p>
23	P	<p>Certo! E bom, voltando agora para a questão do estágio e da sua atuação com as questões sociocientíficas, eu queria saber de você, que potencialidades você enxerga ao realizar o ensino remoto com questões relacionadas a barragens, enfim, sociocientíficas; que potencialidades você identifica para a sua formação?</p>
24	S	<p>Para mim, não para os alunos?</p>
25	P	<p>É, para a sua formação. Quais as potencialidades e limitações também? E aí, se você quiser dividir, né? Primeiro falar das potencialidades depois das limitações, tudo bem.</p>
26	S	<p>É, eu acho que no quesito potencialidades, não só de pensar, planejar, não, não planejar, né?, porque nesse caso o planejamento já estava feito, mas de pensar uma dinâmica de aula que não seja a dinâmica tradicional.</p> <p>Então existem alguns elementos que são muito essenciais nas aulas presenciais tradicionais que não estão presentes no modo remoto.</p> <p>Então, como lidar com esse tipo de situação e ainda fazer o aluno compreender aquele assunto, se interessar por aquele assunto, o que precisa ser feito de diferente? Eu acho que isso é o principal, é o principal ganho e, falando do AVA especificamente, o ambiente virtual é um modo que funciona, né?! Porque nós vimos, por exemplo, nas escolas estaduais do centro de mídias, que é um modelo remoto, uma proposta interessante, mas que acabou não funcionando porque, enfim, diversos motivos e acabou não funcionando para a maior parte dos alunos. Então acho que isso é algo para se pensar. É algo que, mesmo com a gente migrando para esse mundo pós-pandemia, não é algo que vai simplesmente sumir, né? Então, a gente, ainda, provavelmente por muito tempo, ainda vai ter... Não sei se exatamente o modelo remoto, mas pelo menos algum tipo de modelo híbrido, é... Com os alunos, acho importante ter passado por uma experiência positiva no sentido de que funcionou, antes de assumir uma sala de aula em si.</p> <p>No caso de limitações, eu acho que é mais difícil cativar o aluno no modo remoto, porque é um é um modelo mais cansativo, não só os alunos, a gente também, né? Já usa muita tela, então ter o momento de aprendizagem também intermediado por uma tela torna mais cansativo esse processo e pra mim essa é a principal limitação. E para nós, professores, principalmente professores em formação, fica um pouco mais difícil captar nuances da aula, né? Então, às vezes o aluno faz, ele não chega a falar nada, mas ele faz uma expressão que demonstra que ele não entendeu muito bem ou dá para perceber quando ele está prestando mais atenção, quando ele está um pouco mais distraído, e esse tipo de coisa fica muito limitado no ensino remoto.</p>
27	P	<p>Acho que o ensino remoto também aumenta o número de distrações, né? Não sei se é uma verdade, né? Mas eu acredito que aumente, porque você tem outras possibilidades de entretenimento quando você está na frente de uma tela que, talvez, dentro da sala de aula você não teria.</p>
28	S	<p>Eu acho que, principalmente quando ele é acompanhado por uma tela pequena, como o celular ou até os <i>tablets</i>, que são menorzinhos.</p> <p>É cansativo, e eu acho que dificulta ainda mais a concentração e possibilita a distração.</p> <p>Não que no presencial os alunos não se distraiam, até porque eu tenho acompanhado nos estágios e vira e mexe os alunos tiram o celular, conversa alguma coisa com o coleguinha do lado, mas eu acho</p>

		que a sala de aula, pelo menos não facilita a distração, né?! Acho que o modo remoto ainda por cima facilita.
29	P	Na sala de aula normal o professor, ele tem mais, não é controle, mas assim ele tem mais visão do que é que está acontecendo, né?, do quanto aqueles alunos estão envolvidos, ou não, naquela aula.
30	S	Eu acho que sim.
31	P	É... bom, e aí eu queria saber, de maneira geral, como você se sentiu realizando o estágio dessa forma? De forma remota, assim.
32	S	Me senti em que sentido?
33	P	<p>No sentido da sua formação mesmo. Como você se sentiu quando você se viu obrigada, porque a gente foi obrigada a realizar um estágio de forma remota.</p> <p>E aí, olhando para o nosso contexto em específico, né? Como você se viu fazendo um estágio vinculado a um projeto de pesquisa, algo que já estava programado e aí você tinha um número talvez maior de atividades, de interação com os alunos, o que que você achou de trabalhar dessa forma? Você que já teve outros estágios, né? Você já acompanhou um professor, você também já está atuando.</p> <p>Agora, que você já tem mais ou menos essas três visões, de acompanhar, de atuar como tutor e também preparando os minicursos, eu queria saber mais ou menos da sua experiência, o que que você achou de participar do estágio de maneira remota e também vinculado a um projeto de pesquisa já em andamento?</p>
34	S	<p>É. Só fazer uma pequena observação sobre o minicurso que a gente montou sobre a alquimia, foi um minicurso que não funcionou. Nós tivemos dois alunos na primeira aula e dois alunos na segunda, sendo que só uma aluna participou das duas aulas. Foi um pouquinho complicado assim, e aí a gente chegou no final da segunda aula e a gente perguntou:</p> <p>“E aí, o que que vocês acharam, depois de tudo o que vocês viram, o que vocês acham sobre alquimia?” Aí uma menina falou: “a mesma coisa que eu achava antes”.</p> <p>Aí a gente, “meu Deus do céu”.</p> <p>Mas depois ela conseguiu, ela foi elaborando a resposta e a gente viu que ela tinha mudado algumas coisas, por mais que ela tenha dito que achava a mesma coisa. Mas foi algo que não funcionou, enquanto que esse modelo da proposta do AVA de barragens foi algo que funcionou com os alunos e a gente percebia que os alunos, nem todos, mas a gente percebia que alguns alunos estavam evoluindo num, num conhecimento, fecha parênteses.</p> <p>Quando o professor informou que havia, que nós íamos participar como, como parte da proposta de estágio de um projeto, todos de um mesmo projeto, no primeiro momento eu me senti um pouco mais tranquila porque eu falei, bom, pensando do ponto de vista de aluna que deveria fazer uma proposta de estágio, falei, bom, se acontecer algum problema, não é um problema específico meu, vai ser algo com a turma, e o professor vai acompanhando mais de perto e vai ser mais fácil para ele mediar, resolver, né?, porque aconteceu comigo em outras disciplinas de estágio de eu ter um problema, mas era eu a única pessoa que estava naquela escola; então o professor não, não vou dizer que ele não acreditou em mim, mas foi um pouquinho mais complicado pra ele entender a minha situação. Então, num primeiro momento, pensando do ponto de vista de aluno, eu me sentia um pouco mais tranquila.</p> <p>É, em contrapartida, eu fiquei com receio de ficar muito limitada. Não consegui fazer as coisas que eu gostaria de fazer e que eu considerava importantes para a minha formação enquanto docente. Porque quando você está chegando no final do curso sua preocupação é muito mais na sua formação do que em cumprir créditos e cumprir carga horária, então esse ponto ficou... Me deixou um pouco preocupada, e aí nas primeiras aulas eu acho que estava um pouco perdida ainda com o ambiente e as aulas do professor Samuel também...Eu gosto muito do professor Samuel, acho que ele é um ótimo</p>

		<p>professor, mas no primeiro momento eu estranhei a metodologia dele com o ambiente, então, confesso que tive esse, esse receio.</p> <p>Quanto a ser no modelo remoto, a gente já estava no segundo ano de pandemia, né? Já era em 2021, então eu meio que já estava esperando, foi um impacto para mim em 2020, mas em 2021 eu já estava esperando. Faltou responder alguma coisa?</p>
35	P	<p>Não, eu acho que não. Eu queria só entender um pouco mais do que você que você falou assim, “eu fiquei com receio de estar presa”, porque você já, enfim, você tinha algumas expectativas sobre o que fazer no estágio. Eu queria saber um pouquinho, assim, se você se sentiu presa, e aí você pode falar, pode ser sincera, se o que que você queria fazer que você não conseguiu, o que que você imaginava fazer que você conseguiu?</p>
36	S	<p>Eu me sentir presa nesse sentido foi algo que realmente não aconteceu, mas eu não considero que seja um grande problema, de não conseguir elaborar alguma coisa. Então, por exemplo, elaborar uma pergunta para os alunos ou elaborar uma atividade para os alunos fazerem, isso, de fato, não aconteceu desse modo. Apesar de que nas interações dos alunos com resposta, comentário, né?, pelo AVA, eu fui...acho que eu consegui até ter bastante liberdade para aprofundar onde eu achava que deveria ser aprofundado com os alunos que me respondiam. Mas nesse sentido, né?, de dado um tema pensar em como trabalhar esse tema e que tipo de atividade elaborar em cima dele. Isso não aconteceu, mas eu não senti que isso foi um problema, porque isso foi abordado em outras disciplinas de estágio. Então, para mim pelo menos, não foi um problema.</p>
37	P	<p>Fez sentido, é bom, e aí, já que a gente já entrou no AVA, né?, e na sua atuação no AVA, eu queria entender de você, se você conseguiu perceber, é... Bom, deixa eu reformular a pergunta. Eu queria saber como você percebeu a evolução da problematização durante o desenvolvimento dessa sequência? Se você percebeu, né? Se você viu que houve uma evolução da problematização, se o professor ou se o AVA ou se os próprios alunos conseguiram discorrer sobre o problema de uma forma mais clara, né? Desde as primeiras questões do AVA até as últimas. E se você percebeu, como você percebeu isso? E se você não percebeu, né? O que que você acha que faltou? Talvez.</p>
38	S	<p>Sendo sincera, eu não acho que a questão das barragens, a questão foi muito aprofundada; o que aconteceu é que foram dados a cada módulo diferentes aspectos de uma mesma questão, dessa mesma questão, e aí os alunos puderam ter, talvez, outras visões sobre o mesmo assunto, mas nenhuma delas eu senti que foi muito aprofundada assim, e muito elaborada.</p> <p>Eu não acho que tenha faltado alguma coisa. Eu acho que dentro do modelo que tinha, da proposta que tinha, dentro do tempo que tinha para executar essa proposta, foi o que aconteceu; se escolhido um único assunto para ser cada vez mais aprofundado outros conhecimentos, que também eram importantes para os alunos poderiam ter ficado para trás.</p> <p>Então acho que esse ponto e um outro ponto que eu não sei se você vai perguntar isso mais tarde, é por ser uma questão sociocientífica, óbvio, muito importante ter toda a questão social e todas as discussões, mas eu achei que a parte química ficou em segundo plano, dentro dessa proposta, né?! Então, foram poucas as perguntas que eram especificamente de Química e, e elas estavam sempre no meio de questões mais, mais sociais, muito importante de serem trabalhadas, tal, mas é algo que precisa ser, ser dosado. Eu também não sei quanto de Química eles tiveram com o professor antes e depois dessa intervenção.</p>
39	P	<p>Sim, sim.</p>
40	S	<p>É difícil dizer se isso foi um problema para eles, ou não, é uma parte muito específica.</p>
41	P	<p>Eu acho que essa questão que você trouxe se refletiu também nos relatórios finais dos alunos, não só o seu grupo que entregou, mas de outros tutores também é... faltou realmente a partir da Química e talvez tenha sido um reflexo da falta da Química durante o desenvolvimento do AVA.</p>
42	S	<p>Sim, sim.</p>

		É, mas eu não consigo ver algo que eu tiraria, sabe? Ainda dentro das atividades, talvez o que precisaria fazer fosse realmente aumentar o tempo, se fosse possível. Eu acrescentaria mais umas duas ou três aulas mais de Química mesmo.
43	P	Sim, entendi. Aí você falou um pouco, agora do problema, mas eu queria saber de novo, né? Potencialidades e limitações que você enxerga ao organizar o ensino a partir da problemática da mineração, né? O que você vê de potencial e o que que você vê como limitante dentro desse problema específico, da mineração e das barragens?
44	S	<p>Não, eu acho que é uma oportunidade perfeita para a gente trabalhar questões sociocientíficas, né?, então poucos exemplos assim tão latentes, que você olhe e já fala, não, isso dá para trabalhar a questão social, dá para trabalhar a questão científica, dá para trabalhar a questão de, de mudanças de comportamento, por eles e pela sociedade.</p> <p>E tal é, e é assunto que para Química ele é ótimo, porque, de fato, muitos assuntos químicos podem ser trabalhados dentro dessa proposta. É, acho que essa é uma potencialidade muito grande e ainda mais no Brasil que nós temos tantos casos, não só Brumadinho e Mariana, como casos negativos é... ou então exportação ilegal de minérios, um caso negativo, mas casos positivos também de, de exportação de minérios como, como algo que possa ajudar a economia. E esse tipo de coisa, sabe? Então acho que é um tema com muitas potencialidades, vou usar a palavra que você usou.</p> <p>Acho que as limitações do...no tema não consigo enxergar, posso enxergar em modos de trabalhar com o tema, mas no tema em si eu acho que não tem limitações, não. Acho que é uma ótima oportunidade para professores. Dentro da área de Química especificamente, para qualquer ano, para qualquer... não vou dizer para qualquer assunto, mas para muitos assuntos dentro da Química, é um tema que pode ser trabalhado.</p>
45	P	E qual seria assim? Um exemplo, né? Não precisa citar muitos, mas acho que um exemplo dessa limitação na forma de atuar, o que você acha que pode ser limitador, talvez, não sei. A organização do ensino, o que seria mais ou menos?
46	S	<p>Pode ser, pode ser organização, pode ser como eu falei antes de acabar escapando muito para a área social e deixar a Química um pouco de lado. Pode ser também... é se for uma...tentar colocar essa proposta dentro de um modelo que seja de ensino, que seja muito tradicional e que os alunos não tenham muita oportunidade de se expressar pode acabar ficando muito maçante e perder toda essa, essa ideia de vincular com as suas vidas e as suas realidades, ou o contrário, né?, se alunos puderem se expressar muito, foge muito rápido e o professor não consegue, eventualmente, controlar e guiar a discussão.</p> <p>É, eu acho que corre o risco de cair... quase caiu, mas eu acho que não chegou a cair numa desesperança completa por parte dos alunos, de ah, é isso mesmo, péssimo, não tem o que fazer, nosso país é horrível e tudo é ruim, vamos, vamos embora ou vamos chorar, tal, então eu acho que existem cuidados para se tomar.</p> <p>Tomando esses cuidados, acho que temos muitas potencialidades.</p>
47	P	<p>Certo, muito, muito boas as suas colocações. É bom, a gente termina aqui essa primeira parte, né?, sobre a sua experiência com a docência e as questões sociocientíficas e agora eu vou entrar numa parte mais específica do AVA, das ferramentas do AVA, enfim, da organização e das interações, também.</p> <p>Eu queria saber, num primeiro momento o que você achou da organização do AVA?</p> <p>Como um todo, né? O <i>layout</i>, a disposição, a quantidade e variedade de atividades, né?</p> <p>Talvez os materiais de estudo.</p>
48	S	É, num primeiro momento eu tive uma certa dificuldade, apesar de que a gente teve ali uma ou duas aulas com vocês, meio que guiadas mesmo, para a gente fuçar e ver como que funcionava, mas eu

		<p>confesso que quando eu efetivamente comecei a utilizar para acompanhar as aulas do professor Samuel eu tive uma certa dificuldade.</p> <p>Eu achei uma disposição, no sentido disposição visual, né?, <i>layout</i> e tal, muito próximo dos demais que nós temos na universidade e, assim como os da universidade, eu acho... é que eu não queria usar a palavra intuitivo, mas acho que é organizado. Você consegue se achar dentro do ambiente. Pelo menos eu tive essa perspectiva. Apesar de ser um <i>layout</i> um pouco mais, mais sério em comparação a sei lá, redes sociais, por exemplo, eu acho isso positivo, de que dá um caráter de ajuda na concentração e na seriedade quando você está trabalhando.</p> <p>Acho que isso.</p> <p>Tive um pouco de dificuldade no começo, mas eu sempre tenho dificuldades com essas coisas mais tecnológicas. Às vezes minha mãe me pede ajuda para alguma coisa, eu falo “Mãe, eu também não sei”.</p>
49	P	Eu não, pergunta para outra pessoa.
50	S	<p>Eu confesso que eu... eu tenho um pouco, talvez porque eu tive um contato um pouco mais tardio em relação aos colegas da, da minha geração, né? O computador chegou na minha casa eu tinha uns 12 anos. Fui ganhar o celular eu já estava no Ensino Médio, alguns dos meus colegas tiveram um contato um pouco mais cedo. Talvez seja isso, ou talvez seja só o desinteresse mesmo, da minha parte.</p> <p>Mas eu acho um ambiente organizado e... bom, acho que é isso.</p>
51	P	E o que você achou da quantidade de questões, você achou que foram poucas questões, ou você achou que tinham muitas questões? E com relação também aos materiais que estavam disponíveis, né? E aí, você pode falar um pouco sobre a questão da Química também, que você achou que tinha pouca Química e, enfim, a gente viu o reflexo disso no relatório final etc.
52	S	<p>É, é, você perguntou também da variedade de questões, né? Na pergunta anterior. Acho que tem uma variedade bem legal, acho que dá para trabalhar bastante coisa e de modos diferentes dentro do ambiente. E apesar de eu ser sincera, eu não fuzei muito a parte de simuladores que eu sei que tem por lá, tal, não, não fui muito atrás, mas dentro da organização de questões para os alunos, eu acho que tem vários modos, né?, tal, tem questionário, né?</p> <p>É, e sobre a quantidade de questões, eu achei interessante o fato de ter questões, aula, aula.</p> <p>Não era exatamente aula, né? Acho que era módulo.</p> <p>Cada fim de módulo, tinha questões sobre todos os assuntos que foram trabalhados no módulo, é isso que eu quis dizer.</p> <p>Assim, não teve nenhum assunto que “aí, jogamos esse assunto, não tem nenhuma questão”. Acho que tudo o que tinha, tudo que foi trabalhado, tinha alguma questão relacionada a ele, achei isso positivo.</p> <p>Se foram muitas questões? Foram muitas questões, mas sabendo que era um projeto que não era tão longo assim acho que deu para, para acompanhar. Acho que se as aulas se estendessem, por exemplo, durante um semestre inteiro naquele ritmo de questões, o semestre assim, começando no começo de fevereiro e terminando em julho, assim, naquele volume de questões, acho que teria ficado um pouco cansativo. E se fosse o ano inteiro dentro daquele ritmo, muito cansativo. Mas considerando que não foi uma intervenção tão longa com os alunos, acho que não ficou muito cansativo nem para eles, nem para a gente.</p>
53	P	É engraçado essa questão de muitas questões. Porque o ambiente da minha colega, se eu não me engano, ele tinha um pouco mais de 40 questões. E aí quando a gente comparou eu achei que o meu tinha muito pouco, mas durante o desenvolvimento do AVA, achei que foi suficiente, assim, faltou, né? A gente já sabe que faltou Química, mas eu achei que foi um número de questões ideal, que os alunos conseguiram fazer, e aí eu fico imaginando se, se tivesse mais, como seria? Talvez eles não responderiam tudo.

54	S	Acho que não só para eles, mas para a gente também, que estava mediando, como como tutores, né? Eu coloquei em algum relatório que eu percebia que quanto mais rápido eu respondia os alunos, maiores chances deles me darem <i>feedbacks</i> , mas tinha momentos que não dava para responder assim que eles me enviavam, né? Então acabou ficando alguns dias, uma semana e tal, então acho que se tivesse um volume muito maior de questões ia ficar difícil também para a gente, enquanto tutor, fazer essa mediação com eles.
55	P	Sim, concordo. É, você falou que apresentou algumas dificuldades, né? Na utilização do AVA, o que para você foi mais difícil, no começo? Depois pega o jeito e fica fácil, mas no começo, o que que foi mais difícil? Foi a ferramenta do “converse com o tutor”? Foi a entrega das atividades? O acesso às devolutivas? Os comentários? O que que para você assim foi mais... exigiu um pouco mais de empenho e dedicação para aprender?
56	S	Eu acho que, que consegui identificar as respostas dos alunos, conseguir abrir as respostas, conseguir colocar um comentário, inclusive, eu nem sei se eu fiz certo, mas até agora, nesse momento do AVA, eu sempre colocava comentário numa caixinha pequenininha que tinha “coloque aqui seu aqui seu comentário”, e aí eu colocava ali, e aí como a caixinha era pequena, às vezes eu tinha que ficar subindo ou descendo pra ver o texto, o texto nem era tão longo, mas eu precisava ficar subindo e descendo para ver o que eu já tinha escrito, se o português tava ok, e esse tipo de coisa. Então, acho que foi... a maior dificuldade, não só no começo, eu diria, mas de conseguir achar essas respostas dos alunos, e em alguns casos eu abria todas as respostas de todos os alunos e depois você ficava “meu Deus, mas qual resposta desse aluno?”. Mas pra eu poder organizar os comentários, então eu acho que foi onde eu perdi mais tempo no ambiente.
57	P	Bom, você fez certo, né? Só para deixar claro os comentários eram realmente naquela caixa e ela realmente é pequena, né?! Não foi só você que achou ela pequena, eu também achava quando eu ia ler as respostas. Enfim, eu achava que ficava num espaço muito pequeno. Antes de você começar a sua atuação no AVA, qual eram as suas expectativas com relação à interação dos estudantes? Você achava que eles iam interagir ou que eles não iriam interagir, o que que você achava, assim, antes de começar as atividades?
58	S	Eu achava algo muito próximo do que aconteceu, que eles iam se preocupar com responder às perguntas, é, pelo menos as turmas que eu... os grupos que eu fiquei responsável, eles se preocuparam muito mais com responder às perguntas do que com a participação nos, nos fóruns, né? Até porque os fóruns eram mais genéricos, vamos dizer assim, e a participação não era tão quantitativa para os alunos do que as perguntas, então achei que ia ser muito próximo do que aconteceu. Eles iam se preocupar muito mais com as perguntas do que com os fóruns, se preocupar com o responder, entregar. O que foi uma surpresa positiva para mim foi alguns alunos irem respondendo a meus comentários, é mais de uma vez, né? Em uma mesma pergunta, eu confesso que tive receio disso não acontecer. Eu não tive receio deles me ignorarem e não me responderem, eu achei que eles iam me responder, mas eu fiquei feliz de ver que eles me respondiam, algumas vezes mais de uma vez, alguns alunos, né?, enfim. Eu acho que é isso.
59	P	É, acho que você já respondeu a outra pergunta também, que era, como que você analisa o que de fato ocorreu? Se você foi frustrada, se excedeu as expectativas. Eu acho que teve um grupo que excedeu suas expectativas e um grupo que não participou de jeito nenhum, né?
60	S	Acho que na média atendeu as expectativas.

61	P	Certo, e por que você acha que você conseguiu gerar esse engajamento do grupo? O 4, né?, que era o seu grupo, você acha que foi algo que você tenha colocado, a forma como você se colocou, se apresentou? Você acha que já era uma característica desses alunos?
62	S	Eu não, não acho que foi muito mérito meu, não, acho que foi mais uma sorte de pegar alguns alunos que já estavam envolvidos na proposta. Acho que não só nessa, acho que são alunos que são envolvidos com as atividades acadêmicas de modo geral, e eu só não fiz nada errado. Só o fato de eu não ter feito nada de errado gerou mais engajamento por parte deles.
63	P	Eu acho que tem que ter um pouquinho das duas partes também, mas é uma questão que eu vou trazer um pouco mais pra frente. É, e que estratégias que você utilizou para estimular a participação desses estudantes, de maneira geral, o que que você pensou que assim eu vou fazer isso e eu acho que vai dar certo, ou você não pensou muito assim? Acho que isso vai dar certo, acho que isso não vai dar e foi só dando certo mesmo.
64	S	É eu, eu, confesso que eu não, não pensei muito não, é uma coisa que eu vi naquelas primeiras aulas que vocês ensinaram a gente a mexer no ambiente, que a gente analisou algumas, alguns modelos de outras propostas, uma coisa que eu achei muito interessante foi o fato do tutor se apresentar toda vez, não toda vez, mas em alguns exemplos o tutor se apresentou e como a gente não se via, né? Os alunos não abriam a câmera durante as aulas e nem a gente como tutor abria a câmera durante as aulas, né? É, até porque não dava para todo mundo se ver dentro da ferramenta do <i>Meet</i> , né?, quando você coloca apresentação diminui muito a quantidade de pessoas que você consegue ver simultaneamente, então eu gostava de me apresentar em todas, ou quase todas as interações, para lembrar os alunos que não era o Samuel que estava falando com eles e nem era um robô que tava falando. Existia uma pessoa, que não era o professor Samuel que estava se comunicando com eles, então isso era algo que eu tentava fazer. Uma outra estratégia que eu usei, mas eu só percebi no meio do caminho que era uma estratégia que eu estava usando e que estava dando certo, era de colocar... é... deixar claro quando eu estava encerrando, né?, uma resposta de parabéns, muito bem ou quando eu ainda aguardava uma outra resposta, então, “aguardo retorno”, “espero ver sua resposta” ou alguma coisa assim, né? Então, mas eu só percebi que eu estava usando isso no meio do caminho, e eu falei, “olha, estou usando isso, vou continuar assim até o final”. Acho, acho que é basicamente isso de estratégias que eu me lembro, e eu também, como eu já falei, me recordo que quanto mais rápido eu respondia aos alunos, maior a chance de eles me responderem de volta, mas nem sempre eu consegui me organizar para respondê-los na velocidade que eu gostaria.
65	P	É, eu acho que essa questão da velocidade é algo que a gente não conseguia controlar muito, mas falar para o aluno que você esperava uma resposta, eu acho que foi um dos pontos que fez com que as alunas, né?, principalmente meninas, retornassem para você, elas se sentiam é, talvez... não sei se motivadas, mas elas sentiam que precisavam trazer uma resposta porque você estava lá esperando, então eu acho que foi um ponto que fez com que elas voltassem. Mas nesse grupo, principalmente, né?, o único grupo seu que interagiu, os outros alunos eles não, não participaram nem do AVA nem das aulas. Eu queria saber se você encontrou alguma dificuldade com relação a essas interações e que dificuldades foram essas? Se você encontrou.
66	S	Eu lembro de uma em específico, é, eu não vou lembrar exatamente qual era a pergunta, mas eu lembro que a aluna estava confundindo algumas coisas, né? Então, quebra de ligação, vai, vai aumentar a temperatura da água, umas coisas assim, e aí lembro que nesse momento eu fiquei preocupada, eu falei “meu Deus, eu não estou conseguindo explicar nada para essa menina, ela tá juntando um monte de concepção alternativa, isso vai prejudicar muito o desempenho dela, não só nesse ambiente, mas em Química de modo geral” e aí eu lembro até que, eu acho que mandei uma mensagem para você perguntando: “e aí, como é que eu procedo?” Não me lembro exatamente qual era a pergunta, nem qual era a resposta dela, mas eu lembro que ela estava juntando umas coisas meio

		<p>esquisitas do ponto de vista químico. E aí eu acho que foi a interação que eu tive mais dificuldade, assim.</p> <p>Nas outras, eu acho que é o padrão, assim. No primeiro momento eu fiquei um pouco preocupada de o que corrigir, né? Tinha alguns erros de português e eu ficava “meu Deus, eu corrijo erros de português, ou não?” ou algumas perguntas, algumas respostas muito prolixas, né? Dava para o aluno ter resumido e ter sido mais objetivo, mas falou, enrolou, tal, mas errado não está, será que eu comento sobre isso, ou não? Acho que mais no começo foi isso, mas depois, depois de um tempo você se acostuma, né? Vai seguindo.</p>
67	P	<p>É, foi exatamente a questão da quebra de ligação que libera, absorve energia, esquentar a água, esfria a água, a aluna ficou um pouco confusa, acho que foram 14 interações, se eu não estou enganada, e aí, no final, você acaba trazendo para ela uma explicação mais teórica, porque realmente ela não estava se encontrando naquele, naquele conceito, naquele contexto.</p>
68	S	<p>Olha o momento que eu fiquei com medo dela não entender, sabe?, e abandonar! Falar “ah, tá bom, eu não entendi e é isso aí”. E eu não posso deixar chegar nesse ponto.</p>
69	P	<p>Eu fiz a entrevista com essa aluna também, né?, eu entrevistei alguns alunos do Samuel. E aí eu entrevistei essa aluna e na lembrança estimulada que eu trouxe para ela, eu trouxe exatamente essa interação que vocês tiveram, e aí uma das minhas perguntas no final da entrevista foi se ela tinha entendido o conceito, porque vocês tinham passado ali 14 interações, né?, 14 bate volta e no final, quando você trouxe a explicação correta sobre o assunto, ela não tinha respondido, e aí eu perguntei para ela se ela tinha conseguido entender no final das contas, né?</p> <p>E aí ela falou assim, que não tinha entendido tudo, mas quando você mandou a explicação ela entendeu parcialmente, mas que acabou que o Samuel, uma outra aluna teve essa mesma dúvida, e aí o Samuel deu uma aula explicando esse conceito de quebra de ligação e liberação e absorção de calor, e aí ela entendeu.</p>
70	S	<p>É, o importante é que ela entendeu no final.</p>
71	P	<p>É, e aí isso já entra também sobre uma limitação, né?, dessas interações que são assíncronas e que ocorrem por ambiente virtual, fórum e <i>e-mail</i>. Eu queria saber quais são as principais limitações que você identifica nessas interações? O que é mais difícil de fazer quando você está tentando se comunicar, explicar um assunto para o aluno, por meio desses meios, não, não síncronos de conversa.</p>
72	S	<p>É, eu acho que são dois problemas, né? Primeiro, o fato de ser comunicação escrita, acho que a gente está num, num momento, talvez, de muito costume de comunicação não verbal, né? Então, eu estou com a minha camerazinha fechada aqui, você não está me vendo, mas eu, por exemplo, estou mexendo os braços o tempo todo enquanto falo, e pelo menos estou vendo as suas expressões. E a gente é cada vez mais estimulado para comunicações não verbais. Então <i>emojis</i>, vídeo, vídeo curto, né?, então eu acho que é a primeira limitação e por modo escrito você não consegue dar uma entonação, alguns elementos que são importantes também na comunicação.</p> <p>E o segundo ponto, é talvez o mais problemático, que é o fato de ser assíncrono, né? Então eu tinha a impressão de que acontecia com os alunos porque era algo que acontecia comigo, de o aluno ler a resposta, mas aí ele já nem lembra mais o que é que ele tinha perguntado, então ou qual era a pergunta original, então tem que voltar pra lembrar e olhar e gastar um tempo para poder voltar a mente no que é que está sendo trabalhado ali para poder, assim, elaborar uma resposta, né?, e às vezes era algo que acontecia comigo, o aluno respondia tal coisa, “mas qual era a pergunta mesmo?”...</p>
73	P	<p>Faz sentido.</p>
74	S	<p>Então eu tinha que ir lá, voltar nas interações anteriores, então acho que acontecia também com os alunos, então acho que são esses dois problemas. O fato de ser a comunicação escrita e o fato de ser assíncrona.</p>

		<p>Dentro da comunicação escrita foi algo que eu senti menos, mas eu tive receio de que ia aparecer mais dificuldade de interpretação de texto, né? Eu acho que com essa turma, especificamente, não aconteceu ou aconteceu pouco.</p> <p>Mas com outras turmas, é, dependendo de onde seria replicado essa proposta, acho que isso pode acontecer.</p>
75	P	<p>Entendi. Faz sentido essas, esses três pontos que você colocou. Para as perguntas relacionadas ao AVA era mais ou menos isso. Eu vou compartilhar minha tela agora porque são as entrevistas com lembrança estimulada, deixa eu abrir aqui.</p> <p>E aí eu vou trazer para você alguns pontos, chegou? Quando chegar, me avisa.</p>
76	S	Chegou, você consegue dar um zoom?
77	P	Deixa eu ver.
78	S	Não sei se é possível.
79	P	<p>Bom, acho que é exatamente a interação que a gente estava falando, né?! Que foi uma interação que você teve, 14 retornos, né?, 14 falas divididas entre você e a Larissa e era exatamente sobre... deixa eu ver, eu não tenho ela toda aqui, mas aqui, ó, você traz essa quarta pergunta, né?, “Quero aproveitar para adicionar um ponto para reflexão, você disse que a temperatura subiu por conta das quebras de ligação de hidrogênio, o que acontece é 0°, mas qual a temperatura que água estava antes? Estava abaixo de 0° e ficou acima depois da quebra da barragem?” Acho que foi esse conceito de quebra de ligação e liberação e a absorção de energia que rendeu um pouco mais de vocês duas, né?, exigiu um pouco mais da Larissa, e de você também para tentar explicar. Mas a minha pergunta não é exatamente sobre essa questão, sobre essa interação. O que eu quero entender e até eu coloquei circulado aqui alguns pontos de interrogação, é por que que você, você nem identificou isso como uma estratégia, né?, e já é interessante ver por esse ponto, mas por que que você sempre trazia perguntas para os alunos, né? Foi algo daquele minicurso, entre aspas, que a gente deu para vocês ou foi algo que você já tinha trabalhado em outras ocasiões, né? Em outras experiências, você já costuma trabalhar sempre trazendo questões para os alunos? Você não trazia resposta, você tentava direcionar o aluno para a resposta certa por meio de questões e aí eu queria entender um pouco de onde vem essa sua... essa sua atuação, o porquê dela?</p>
80	S	<p>Olha, num primeiro momento, eu gostaria de responder que é algo que aconteceu naturalmente. Mas parando pra analisar um pouquinho, eu acho que foi algo que foi trabalhado, sim, ao longo da minha formação da licenciatura, a questão de estimular através de perguntas, né?, de fazer com que o aluno é... a ideia de construir o conhecimento com o aluno e não simplesmente de transmitir uma informação para ele, porque não necessariamente você entregar uma informação vai ser retido da mesma maneira do que se o aluno for construindo junto, então acho que minha resposta seria essa, foi algo que foi trabalhado ao longo da minha formação, em nenhum momento específico, assim, que eu consiga me lembrar, né?, qual disciplina falou sobre isso ou algo assim. Acho que foi algo que foi pincelado em vários momentos diferentes e que acabou desembocando aqui, mas eu concordo com o que você disse antes, eu não pensei nisso como estratégia, né? O que eu pensei foi o modo de organizar, né?, então, se eu fosse destacar alguma coisa nessa resposta, por exemplo, para essas interações, eu destacaria o fato de que eu fui tentando pontuar os assuntos em diferentes, agrupar em diferentes números, né?, no caso, que eu acho que isso era uma forma de organizar melhor, se você não tivesse falado que a estratégia era perguntas, eu ia achar que a estratégia era essa.</p>
81	P	Também!
82	S	<p>Mas fazer perguntas... acho que junta então os dois, o ponto de ser algo um pouco intuitivo de querer entender um pouco mais o que que o aluno tá pensando e estimulá-lo a raciocinar e construir o conhecimento em conjunto, por um lado e por outro, algo que consigo ver como algo que foi</p>

		trabalhado ao longo de toda a minha informação, não em um momento específico, mas pincelado ao longo de toda formação. Não sei se eu te respondi.
83	P	Respondeu, acho que é algo, então, que você construiu no desenvolvimento do seu curso e você também costuma utilizar essa estratégia nas suas experiências com docência.
84	S	Sim, sempre que eu tenho oportunidade, né?, porque às vezes não dá tempo, porque são estratégias que exigem um pouco mais de tempo.
85	P	Bom, deixa eu passar aqui, certo? É... não sei se você lembra, mas em um dos momentos do nosso encontro final, nas aulas do Marcelo você disse que você acredita que não houve uma evolução no uso dos conceitos químicos e foi algo que você também trouxe aqui para, acho que no começo das, das perguntas, você falou um pouco sobre isso, que você sentiu, que você não viu essa evolução dos conceitos no uso dos conceitos químicos. E aí você falou alguns pontos lá atrás, mas eu queria que você falasse também aqui. Por que você acredita que não houve essa evolução?
86	S	Bom, por vários, não vários, mas acho que mais de um fator assim. Acho que o primeiro foi o fato de ter sido dado enfoque, é, para questão mais social mesmo, para o problema e tal, não só na organização do AVA, mas nas aulas do professor Samuel, eu sentia um enfoque um pouco maior nessa, nessa parte do que na parte química mesmo. O segundo ponto eu acho que não foi trazido nada muito novo do ponto de vista químico para os alunos, ou pelo menos eu tive essa impressão, né?, foi só utilizar coisas que eles já sabiam dentro de um dado contexto, eu tive essa impressão, então eles meio que, talvez eles não tenham se preocupado muito em explorar ainda mais um conceito que eles já conheciam, só aplicar ali naquele, naquele contexto, eles tenham tido a tentativa de só aplicar no contexto, é, pode ser que tenha sido isso, e acho que também é o fato de que foi dado um pouco, questão de tempo mesmo, não só enfoque, mas teve pouco pouco tempo, pouco material químico dentro da proposta. Mas eu reitero o que eu disse antes, eu não acho que eu cortaria nada da parte socioambiental, acho que talvez poderia se acrescentar uma aula, uma ou duas, para focar um pouco mais na Química.
87	P	E aí já responde esse segundo ponto, né? Que é como que você acha que esses conceitos poderiam ser melhor explorados para você trazer mais aulas específicas de Química, talvez ajudasse nesse nessa questão.
88	S	Isso, é mais uma ou duas, né? Para não aumentar muito o tamanho da intervenção, é, e Química, Química mesmo, né?, fazer uma pequena pausa dentro do conteúdo e falar “olha estamos ouvindo Química aqui”, e aí depois de olhar a Química falar, então a Química se aplica nesse problema dessa situação ou a Química se aplica nessa situação desse modo, para poder também não, não fugir completamente da questão, né? Que pode acontecer em algumas sequências. Você está falando de um problema legal e aí você corta, passa conteúdo e fica desvinculado, a proposta também não é essa. Mas acho que a Química precisa de...a Química é temperamental, ela precisa de atenção.
89	P	É... teve um aluno, agora eu não vou me lembrar quem foi, se estava no seu grupo, mas eu acho que não, que ele falou exatamente isso, eu perguntei para ele o que que ele tinha tido mais dificuldade e ele falou que tinha sido com as questões de Química, e aí quando eu perguntei o porquê, ele falou que passou muito rápido, né? Que tinha uma parte lá, principalmente das separações de misturas, que passou muito rápido. O professor Samuel acabou lendo os tópicos e discutindo ali rapidamente com os alunos o que era cada um deles, mas a explicação ficou um pouco mais tangencial, e aí, por isso, ele teve mais dificuldade. Então, não é só você que está falando, né? Outros alunos já falaram também.
90	S	É, eu sempre bom saber que não sou só eu.
91	P	Em um outro momento, antes desse, dessa sua fala no encontro final que eu acabei não trazendo aqui, eu tenho um vídeo, mas eu acabei não trazendo porque você já tinha falado sobre isso na entrevista e aí eu achei que não precisava. Mas nesse segundo momento, que é uma fala sua durante a aula de MEQ, eu não tenho gravado, eu gostaria de ter, mas eu não tenho. E aí eu vou perguntar se você

		<p>lembra a respeito de uma fala sua, quando a gente perguntou, é... pediu para vocês falarem sobre alguns pontos que possivelmente poderiam estar dentro do ambiente, mas não estavam, o que vocês tinham achado que faltou, o que vocês colocariam a mais e além dessa questão da Química, você comentou que talvez traria um módulo ou uma atividade que mostrasse também alguns aspectos da Vale, não sei se você está lembrada.</p>
92	S	<p>Eu não estou lembrada desse momento específico, mas eu concordo com essa fala minha. Olhar... é olhar... só pra ver se eu entendi, eu comentei que eu acharia interessante avaliar a questão do ponto de vista da Vale?</p>
93	P	<p>Isso! Que bom que você lembra, porque eu queria muito ter esse momento, mas as aulas de MEQ a gente não gravava e aí eu não tenho. E aí eu queria saber que... eu queria que você falasse mais sobre essa questão do ponto de vista da Vale, em que sentido a gente traria esse ponto de vista? Da Vale, né? Quais as questões que você traria? Enfim, o porquê também.</p>
94	S	<p>Olha, é... teve um evento na Semana da Química, eu acho que foi a de 2019, mas talvez tenha sido de 2018, uma dessas duas com certeza, a gente fez uma mesa redonda pra discutir, nessa época eu estava na comissão organizadora, para discutir Brumadinho, Mariana e tal, e aí... do ponto de vista químico, né?, e aí a gente chamou um professor de ambiental, a gente chamou um professor de inorgânica e a gente chamou uma jornalista pra discutir, tal, e um ponto que eu achei muito interessante foi que a jornalista... (aluna interrompe para explicar os formatos das mesas) os formatos da mesa, não sei se você acompanha a Semana da Química, mas os formatos da mesa costumam ser 15 minutos para cada membro da mesa falar um pouquinho sobre o assunto e aí depois o debate, né?, com questões do público, tal, questões trazidas por eles mesmo, e aí, vai. E eu achei muito interessante que logo no começo a jornalista trouxe a questão da Vale, né?, o ponto da... o ponto de vista da Vale, que a gente não estava esperando, porque ela foi uma jornalista muito crítica dos acontecimentos... dos acidentes, crimes, né?, os crimes ambientais aí, mas ela trazendo do ponto de vista da Vale, sobre que teoricamente a Vale estava certa no ponto de vista da legislação, os documentos estavam lá, depois se questionou se os documentos foram obtidos de forma ilícita, se o engenheiro tinha de fato formação necessária para aquilo, se eles de fato analisaram, mas os documentos estavam em ordem, a Vale é uma empresa multinacional e ela estava gerando renda para a região tal tal tal tal tal... E foi algo que eu nunca tinha pensado até então. O ponto de vista da Vale, e isso mudou toda a minha visão, não só daquele debate, mas dos acidentes ambientais e de outros... daqueles acidentes ambientais passados e de outros que eu vim analisar. E teve alguns outros, outros momentos, né? Então, por exemplo, outras discussões, agronegócio, né?, por exemplo, não, porque o negócio está..., mas do ponto de vista do agronegócio, do ponto de vista do do do, da pessoa lá que está que está produzindo a coisinha dele, é, e então foi algo que para mim foi um divisor muito forte assim, eu consigo identificar o momento em que isso aconteceu e como isso me ajudou a olhar de modo mais aprofundado para diversas outras questões.</p> <p>Então, acho que trazer isso para os alunos seria importante também e poderia, não estou dizendo que vai necessariamente, mas que poderia ajudá-los a enxergar problemas de forma mais ampla, como me ajudou. Então, observar que algumas coisas não têm só uma faceta, né?, porque é muito fácil, né? E acho que foi o que eu já falei, que você corre muito risco de “Ah, é isso mesmo, todas as empresas são uma droga, a Vale é malvada, não tem jeito para o Brasil, sei lá o que, sei lá o que”.</p> <p>Mas as coisas são um pouco... o buraco é um pouco mais embaixo, as coisas são um pouco mais complexas que isso e eu acho que avaliar o acidente, crime, né?, do ponto de vista da Vale, de como a Vale se comportou antes e até durante e após poderia ajudar a dar profundidade ao assunto, acho que esse é um primeiro ponto.</p> <p>E um segundo ponto menor, mas também importante é de que a Vale tem seu direito de defesa, né? Também terminar uma sequência concluindo que a Vale é malvadona, não sei, malvadona só porque é malvadona, porque todas as empresas são malvadas, o capitalismo é uma porcaria e fim, também acho que não, não agrega no sentido de que o aluno que observa uma sequência que termina dessa</p>

		<p>forma, não sei se ele vai se sentir motivado a pensar em soluções e estratégias, porque parece que é... é isso, não, não, não tem mais o que fazer.</p> <p>Né? E então, talvez avaliar do ponto de vista da Vale ajude nesse segundo aspecto também, que foge um pouco da sequência. A gente nunca sabe os conteúdos que a gente vai trabalhar, que vão ajudar os alunos a repensarem o mundo, mas pode ser que algum aluno repense o mundo a partir dessa sequência e é isso pode ajudar esse um ou dois alunos que que vão fazer isso.</p>
95	P	Entendi.
96	S	Não sei se fez sentido.
97	P	<p>Fez, está fazendo sentido, sim. Eu consigo entender aquela sua colocação. É, mas ainda sobre esse assunto: assim, você disse que talvez colocar esses aspectos da Vale, né?, não deixar... não terminar uma sequência como a Vale... enfim, a Vale que é ruim, a empresa que é ruim e que não tem muito o que fazer, você acha que trazer esses aspectos... você coloca esses aspectos de trazer a Vale no sentido de estimular, também, que os alunos possam, não defender a Vale, mas não enxergar a Vale como única culpada ou você pensa, você pensou assim “ah, vamos colocar essas questões da Vale também para dar argumentos que ajudem os alunos a entenderem a Vale como culpada”, não sei se ficou claro.</p>
98	S	<p>Sim, sim, se trazer o ponto de vista da Vale vai ajudar os alunos a argumentarem pró ou contra a Vale.</p> <p>Eu acho que no primeiro momento vai ajudar os alunos a enxergarem as coisas... enxergar que as coisas são mais complexas do que parecem, e a partir de enxergar que as coisas são mais complexas do que elas parecem no primeiro momento pode ajudá-los a trazer argumentos pró ou contra a Vale, dependendo do posicionamento deles, então, se alguns que se posicionam pró, isso pode ajudar, se eu quisesse me posicionar contra isso pode ajudar.</p> <p>Entendi? Eu não acho que simplesmente trazer o ponto de vista da Vale vá por si só, é gerar argumentos pró ou contra, acho que pode gerar os dois.</p>
99	P	Entendi. Deixa, eu só processar.
100	S	Está bem, se alguma coisa que eu falei não tiver ficado claro eu posso tentar reformular.
101	P	<p>Não, eu acho que ficou. Ficou bastante claro. Essa questão de trazer a Vale, quando você falou na aula, eu não entendi muito bem, mas agora eu consigo entender onde você vê a necessidade de falar da Vale, né? Eu consigo, eu consigo entender a sua colocação. Acho que nessa questão era mais ou menos isso, assim não tem, não fica mais nenhuma dúvida em aberto.</p> <p>E aí, para encerrar, deixa eu voltar aqui, ok?</p>
102	S	É, só gostaria de apresentar de que...
103	P	Pode falar.
104	S	<p>É, não, só acrescentar que também precisa ser muito bem avaliado como fazer isso dentro da sequência, porque a sequência que foi proposta já está muito bonitinha, muito arrumadinho e tal, é, e eu, particularmente, não consigo pensar como fazer isso, se acrescenta um módulo, se acrescenta uma aula, se tira uma aula eu não sei.</p> <p>Aí eu deixo a questão com você, que tá pensando em eventualmente reformular. Mas só um ponto assim, não estou dizendo que a ausência desse ponto transformou a sequência ou piorou a sequência, não é que eu estou dizendo, é só que eu acho que eu poderia ajudar, mas como fazer isso eu também não sei, teria que pensar, avaliar com muita calma, e eu deixo essa tarefa para você.</p>
105	P	Sim, em nenhum momento, assim, eu estou, estou enxergando isso como uma crítica ruim, eu acho que é, não sei se você já passou por isso, mas quando a gente desenvolve um trabalho nesse aspecto, a gente gosta de ouvir o que está, o que pode ter faltado, sabe?

		<p>Eu acho que ajuda a gente a enxergar, porque quando você faz alguma coisa, você está tão imerso naquele ambiente que você acaba não vendo outras questões.</p> <p>E aí, quando as pessoas trazem uma visão de fora, eu particularmente gosto, assim, então...</p>
106	S	<p>Não, sim, eu entendo perfeitamente, chega um tempo em que você não consegue mais. *precisa de alguém de fora* [áudio confuso]</p>
107	P	<p>Bom, acho que a gente vai para a parte final da entrevista agora. Eu já consegui entender mais ou menos sobre as suas questões com o AVA e com as questões sociocientíficas.</p> <p>E aí essa parte da finalização, ela é mais geral, tanto da sua prática de agora e daqui para frente com o AVA e com as questões sociocientíficas.</p> <p>Acho que eu já fiz essa pergunta, mas eu vou só reforçar ela aqui mais uma vez. Sobre as contribuições que você vê na experiência com AVA, né?! E aí você pode falar até dessa sua experiência que você teve depois do AVA de barragens na sua formação como professora de Química, né? Você considera... Depois eu eu faço a outra.</p>
108	S	<p>É, eu acho que eu vou reforçar o que eu já falei assim, acho que foi importante e, principalmente, não só pelo conteúdo em si, pelo modo como foi trabalhado, mas eu acho que, principalmente, enxergar uma proposta de ensino remoto que funcionou, porque até então eu estava muito descrente com o ensino remoto e vendo apenas, é, depoimentos negativos, sabe? Então acho que no quesito de formação, o ponto mais importante é esse, de não demonizar, me ajudou a não demonizar tanto o ensino remoto, de enxergar que existe a possibilidade, que existem modos de fazer ele funcionar, principal ponto. E os outros pontos, né?, menores, né?, acho que enxergar uma problemática sociocientífica sendo trabalhada de maneira eficaz também é muito positivo, porque, como eu disse, algo que eu já tinha visto muito do ponto de vista teórico, né?, já tinha trabalhado em mais de uma disciplina, mas ainda não tinha visto um professor fazendo, então gostei bastante disso e de... acho que isso.</p>
109	P	<p>Certo! E aí, já que você trouxe essas questões sociocientíficas, eu queria saber se você considera utilizar essas, não a questão da das barragens, especificamente, né?, pode até ser, mas não necessariamente, se você consideraria utilizar questões sociocientíficas na sua prática docente, né? Você, Sandra, como professora, você almeja utilizar essas questões nas suas aulas?</p>
110	S	<p>Sim, sim, com certeza, inclusive, no minicurso presencial que a gente fez sobre a Química da mandioca para o estágio supervisionado, a gente ainda tentou trabalhar um pouco sobre questões sociais, sobre a mandioca em si, a farinha, produção, a cultura indígena vinculada a ela etc.</p> <p>E teve uma outra proposta que, na verdade era da Talita e do Miguel, eles iam aplicar para todas as turmas de terceiro ano, mas tinha um dia especificamente que eles não conseguiam ir, que é dia de segunda-feira, eles não conseguiram ir na escola e acabou que eu e o Luiz que somos outros estagiários é que fomos aplicar.</p> <p>Que é uma sequência baseada em... o objetivo é trabalhar orgânica, trabalhar a função álcool, né?, e aí eles puxaram a partir do alcoolismo, sobre os problemas vinculados ao alcoolismo, e aí entraram na parte química e depois foram pra parte de, é, repensar, teve um experimento no meio, né?! E os alunos repensarem a relação deles mesmos com o álcool, né?, porque a maioria dos alunos a gente descobriu que bebe já, nessa turma de terceiro ano, então só para dar exemplos de que a gente enxerga as questões sociocientíficas sendo trabalhadas em outros contextos. Eu gostaria muito de trabalhar, se ano que vem eu consegui pegar uma escola eu gostaria muito de trabalhar com os alunos; apesar dos pesares, né?, eu percebo que demora mais tempo, tanto para formular, tanto para conseguir trabalhar os conteúdos com os alunos e tal, e não vai dar para fazer isso com todos os conteúdos, mas pelo menos alguns eu acredito que sim.</p>
111	P	<p>Certo, e sobre o AVA? Você considera, você acha que seria viável elaborar um AVA para utilizar fora de um contexto de distanciamento físico e social, como o que foi imposto pela pandemia?</p>

112	S	<p>Eu não tinha parado pra pensar nisso, na verdade, até porque ele é muito, muito vinculado, eu pelo menos eu vinculo ele imediatamente à universidade, né?, então...</p> <p>Mas acho que, acho que... bom, primeiro que eu acho que esse modelo meio híbrido não, apesar dos diversos modos híbridos que nós encontramos para ele, mas eu acho que o hibridismo de maneira geral não vai nos abandonar tão cedo, assim, ainda vai continuar. E acho que já era algo que era um pouco trabalhado no Ensino Superior, né?, eu fiz uma disciplina que foi totalmente <i>on-line</i>, só a prova foi presencial na USP, que é obrigatório, inclusive. Era da licenciatura, sobre divulgação científica, texto e tal, e isso antes da pandemia, 2018 ou 19, não lembro, então... e tenho colegas em escolas que falam que têm algumas disciplinas <i>on-line</i> tal, e eu achava muito interessante, né?, o fato deles terem disciplinas <i>on-line</i> e eu só tive uma.</p> <p>É, então eu acho que é algo que veio para educação, já estava no Ensino Superior e veio Educação Básica também, e que vai ficar, não vai sair, né?</p> <p>Eu não tinha pensado em elaborar exatamente um AVA, eu tinha pensado em outras plataformas, tipo <i>Google Sala de Aula</i>, para meus alunos, mas se houvesse a oportunidade de montar um Ambiente Virtual de Aprendizagem como esse, eu acho que seria mais viável do que um <i>Google Sala de Aula</i>, por exemplo. E aí as aulas seriam presenciais e os alunos ficariam com o AVA, não necessariamente um complemento, mas algumas aulas, que é algo mais ou menos como a gente formulou pro AVA agora no segundo semestre.</p>
113	P	<p>Que eu acho que está mais ou menos na linha do que a gente tinha pensado, eu digo, a gente, eu e a minha colega, né?, quando a gente elaborou o AVA também, a gente não achou que ele seria usado 100%. A gente achou que ele seria um outro material além dos materiais que o professor iria trazer, eu acho que seria mais nesse caminho, né?, que você utilizaria?</p>
114	S	<p>Eu acho que sim, né? As aulas separadas, né? E depois, faça atividades vinculadas todas em um único espaço, material complementar tal acho que sim.</p>
115	P	<p>E por fim, a nossa última questão, eu queria que você avaliasse um pouco da sua atuação no AVA, como que você agora que já passou, como que você, olhando para trás, se enxerga dentro do AVA? E o que mais você teria para acrescentar? Se você quiser acrescentar mais alguma coisa que eu não tenha perguntado, você pode ficar à vontade também.</p>
116	S	<p>Acho que nessa sequência de barragens, minha participação foi ok, assim, nada muito destacado, mas nada tão ruim, assim, acho que eu consegui, acho que atendeu às minhas expectativas e eu acho que eu consegui atender às suas expectativas e a do Samuel, Marcelo, enfim, acho que ficou ok, acho que até mais do que a sequência que a gente elaborou de Astrobiologia agora no segundo semestre, acho que eu estou mais cansada e com mais coisas para fazer, então estou dando menos atenção para ela.</p> <p>Acho que é isso, mas de toda forma esse tipo de avaliação é muito particular, então, você, Marcelo e o Samuel, podem ter outras opiniões e estarem certos também.</p> <p>Acho que meu ponto de vista é esse.</p>
Encerramento		

Apêndice I – Transcrição da entrevista com o tutor Gustavo

P = pesquisadora G = Gustavo T = Turno de fala		
T	Entrevista	
1	P	A primeira pergunta é sobre qual, qual era a sua experiência com a atividade de docência antes da pandemia? Você já tinha trabalhado como professor?
2	G	Antes da pandemia, eu já, eu já trabalhei com um projeto numa escola aqui próxima da minha casa, eu tive acesso a esse processo por causa da minha mãe, a minha mãe é coordenadora nessa escola e eu tive contato com algumas aulas de ciências, algumas aulas de experimentação. Era para Ensino Fundamental, não era Ensino Médio, então o AVA foi minha primeira experiência com o Ensino Médio, mesmo que seja experiência indireta, né?, por causa que a gente era tutor e não conversava diretamente com os alunos, teve uma interação mais direta, mas eu já tinha experiências antes, a partir de um projeto, pouca experiência, claro, mas era Ensino Fundamental, né? Uma abordagem um pouquinho diferente.
3	P	Certo, a escola era estadual?
4	G	Não, é particular.
5	P	E era um projeto da escola toda, era um projeto mais de ciências?
6	G	Foi um projeto de ciências, um projeto de ciências por causa da questão das práticas de ciências, né?! E o material tinha acabado de mudar, então a escola tinha professor de Biologia, mas não tinha professor de Física e Química, então o projeto foi para começar alguma coisa... nesse... voltado para esse, para essas outras áreas das ciências da natureza.
7	P	Ah, entendi, e é uma escola grande que tem Ensino Médio ou ela só...
8	G	Não, é uma escola pequena, tem só o Ensino Fundamental 2, o Ensino Fundamental 1 e 2, né?!
9	P	Sim, eu achei estranho a falta do professor de Química e Física, né?, por isso...
10	G	Sim, sim.
11	P	Certo, e esse foi o seu primeiro estágio na graduação?
12	G	Na graduação, meu primeiro estágio foi em Metodologia I.
13	P	Hm, que período do curso que você está?
14	G	Eita... agora eu tenho que fazer conta, eu comecei 2018, então, sétimo semestre. É o... em Metodologia I foi o meu primeiro estágio, mas simultaneamente com, com Metodologia I, eu fiz o estágio de Poeb, que foi, inclusive, nessa escola.
15	P	Ah, tá!
16	G	Sim, que eu tinha falado anteriormente.
17	P	Certo. E, bom, pensando agora na sua experiência com atividades de docência, durante o período da pandemia, o que que você fez além do nosso AVA? Você falou do seu estágio, do seu projeto.
18	G	É, eu fiz o estágio de Poeb, é... foi um estágio a distância, né?! Então, foi leitura de documento, é, eu tive acesso a algumas aulas gravadas da escola, né?, porque a escola adotou

		<p>uma estrutura de não fazer aulas ao vivo, as aulas eram gravadas e disponibilizadas por vídeo, e as atividades eram assíncronas, né?</p> <p>Então eu tive experiência em contato um pouco com o vídeo, em contato um pouco com gravação de vídeo, mas nada além disso, durante, durante a pandemia, além da experiência com o AVA, né?, que foi a gente participar das aulas ao vivo, né?! É, pelo <i>Google Meet</i>.</p>
19	P	Ah, sim, e essas aulas eram gravadas para os alunos do Ensino Fundamental?
20	G	<p>Sim, sim, é... parece um pouco, um pouco difícil, né?, porque realmente aluno do Ensino Fundamental a gente não imagina aquela responsabilidade para ver o vídeo, né?!</p> <p>Mas pelo que eu entendi, é, vendo a realidade dos alunos que muitas, muitas famílias não tinham computador disponível no horário comercial, muitas famílias estavam é com dificuldade de manter os alunos todo tempo à frente do computador, todo o período de aula à frente do computador, então gravar os vídeos foi uma boa opção, porque enquanto... a do, do que a gente ouviu, sabe, né?! Enquanto alguns alunos assistiam aula logo de manhã cedo, outros só iam conseguir assistir de noite, depois que o pai voltava do trabalho, né?! Então, foi a adaptação que foi possível.</p>
21	P	Entendi, e você já tinha trabalhado com questões sociocientíficas?
22	G	Não, inclusive o termo foi novidade durante a... durante a aula, né?...
23	P	Durante o AVA, você diz?
24	G	Durante o desenvolvimento do AVA, durante o desenvolvimento da disciplina também, de Metodologia I.
25	P	Certo! E agora, olhando mais para essas questões, também sociocientíficas, mas não só questões que são de ciência, tecnologia... eu queria saber como é que você se informa, se você costuma procurar informações a respeito e, se sim, onde?
26	G	É uma pergunta um pouco difícil, porque procurar informação é... é um pouco, é... um pouco complexo, né? Talvez eu não dedique um tempo específico para procurar informações a respeito da ciência, mas acredito que o meio em que eu estou inserido, tanto em questão de rede social, em questão de acesso às mídias, eu acho que eu estou em um meio que é bastante científico, então eu sempre tenho acesso a conteúdos de ciência, conteúdos de novidade científica, mas não que eu dedique um tempo para procurar. Eu acho que a melhor resposta seria isso.
27	P	As informações, elas chegam até você, e aí, quando você se interessa, você...
28	G	É, talvez a gente pode pensar nas problemáticas disso, né?, de estar sujeito a algoritmos de rede social, estar sujeito a eu não... por eu não buscar a informação, eu só receber o que jogam para mim, mas a princípio é isso que eu faço. Eu não dedico um tempo específico para me informar.
29	P	Não tem nenhum assunto que te chama mais atenção quando você fala em ciência, Química?
30	G	Olha, até tem, é... ultimamente eu me interessei bastante sobre, nem tem a ver muito com Química, mas eu me interessei bastante por Paleontologia, pesquisei algumas coisas sobre isso, mas é... de correr atrás, de dedicar um tempo para estudar alguma coisa muito específica, não, eu gosto, eu gosto não, né?, mas as minhas experiências são de já receber esse assunto, já recebeu o assunto por causa do meio em que eu estou.
31	P	Sim, entendi, e ao realizar o estágio, no ensino remoto, com questões sociocientíficas, que potencialidades você identifica para a sua formação?
32	G	Olha, é, é, bem... o esquema de fazer problematizações sociocientíficas é muito forte, eu achei ele bem interessante, porque ele engaja, ele engaja o estudante, faz com que o

		estudante corra atrás, né?! Então eu acho que por ser um método, uma estrutura muito forte de montagem da sequência, de uma sequência didática, de montagem de um ambiente de aprendizagem, eu acho que vale muito a pena e eu pretendo, talvez, não aplicar com todos os termos com todas as... porque é uma estrutura um pouco rígida, pelo que entendi, o Modelo Topológico de Ensino, que até foi o que o professor trabalhou na metodologia, eu achei um pouco, um pouco rígido, é um pouco rigoroso nos termos, na terminologia, mas, assim, eu vejo que a problematização a partir de um tema sociocientífico é uma, é... eu pretendo utilizar no futuro, nas minhas atividades docentes do futuro.
33	P	Certo. Essa já é uma pergunta mais para frente, mas você já respondeu... então eu queria saber quais as limitações que você vê, também nessa prática, né?, o que que você acha?
34	G	Olha, talvez a limitação que eu mais perceba seja mais um palpite do que por experiência que a gente teve, porque a experiência que a gente teve com o minicurso, com o curso durante o curso do AVA, durante as aulas do professor Samuel, não passou por isso, porque a gente conseguiu completar o conteúdo, foi passado toda a sequência bonitinha, né?, mas é porque foi planejado para isso. Mas assim, pensando em uma sequência de aulas, é... dentro da estrutura de uma escola, de muitas vezes ter que fazer provas, atividades, entregar algumas notas, eu acho que talvez a principal limitação seja tempo, porque você tem que ter um tempo de desenvolvimento, um tempo antes de entrar na ciência, de mostrar o problema social, de mostrar a questão social. E às vezes depende se talvez, se não tiver uma boa condução ou se não tiver o tempo necessário para toda essa boa condução, talvez os alunos não tenham, não, não se aproximem tanto do problema sociocientífico, que a gente não consiga alcançar os objetivos, mas, assim, é mais um palpite, porque a sequência didática que a gente fez eu acho que pela estrutura de minicurso estava um pouco blindada desse problema. Mas em uma em uma estrutura de escola, pensando em bimestres, pensando em provas, pensando em sequência de conteúdos que tem que dar durante o ano, talvez o problema seja esse.
35	P	Qual foi o seu minicurso que você aplicou?
36	G	O de barragens.
37	P	Não, não, você não está em MEQ II? Porque o pessoal de MEQ II está...
38	G	Ah, sim, sim, o meu minicurso é o nuclear.
39	P	E eu queria saber, como que você se sentiu fazendo um estágio dessa maneira, né?! Você disse que foi o seu primeiro estágio e você fez um outro projeto, mas eu queria saber um pouquinho, como que você se sentiu sendo o seu primeiro estágio.
40	G	Nele na modalidade remota, né?
41	P	Isso.
42	G	Olha, foi bem confortável, eu posso dizer. Porque geralmente, quando a gente pensa na dificuldade de um estágio, pelo menos o que eu penso, né?!, é de você entrar em um ambiente novo, é de você, é de você ter que, talvez, fazer os contatos certos, talvez tenha que ter que se inteirar dentro de um ambiente que você não conhece, então o estágio remoto, ele foi bem confortável, ele foi uma experiência que eu não precisei sair muito da minha zona de conforto para participar, e é assim, é, falando sobre nossas interações com os alunos durante o... durante o desenvolvimento do AVA, eu acho que a interação por texto é uma interação que também me deixa um pouco confortável, porque eu posso ter o direito de ir na primeira vez que escrevi o texto errar, ler de novo, entender que eu errei e corrigir. Então, isso talvez me deu um outro conforto também, é, mas ao mesmo tempo me deixou um pouco apreensivo, porque eu demorava muito para responder aos alunos exatamente por causa

		disso, porque bolava uma resposta muito boa, enquanto falando, assim, a gente tende a responder mais rápido, responder mais de prontidão, e aí não se perde tanto nos pensamentos, também, porque tem essa dinâmica mais rápida.
43	P	Sim, acho que na fala você garante que o aluno entenda o que você quer, pelo menos tem mais chances de ver se ele entendeu, ou não, o que você tá querendo dizer, né?
44	G	Com certeza, com certeza, você tem mais chance de... a expressão, né?, todo o gestual do aluno, é... ajuda a compreender isso, né?!
45	P	Hurum, sim. E o que que você achou de fazer o estágio vinculado a um projeto de pesquisa? Assim, “eu vou fazer um estágio aqui num ambiente que vai ser uma pesquisa para alguém”.
46	G	Olha, é... bom, voltando do contexto, né?, eu nunca tinha tido outro, outra experiência de estágio antes do AVA, então pra mim foi uma novidade, mas, de novo, foi uma novidade que confortou, porque era um trabalho consolidado, era um trabalho que eu não, não, não estava pegando do zero, então ficava muito mais fácil de se apoiar, tanto no ambiente virtual, quanto nas dicas que você ou o professor davam, e aí a gente, é... eu não sei, eu acho que para a gente foi uma coisa bem confortável e talvez permitiu a gente se engajar no trabalho mais rápido por causa que o contexto já estava criado, né? A situação já estava, já estava toda montada, e a gente tinha uma estrutura totalmente pronta. Eu acho que a experiência foi tão positiva, foi tão positiva que quando a gente começou a montar o... quando a gente montou o AVA do minicurso de Metodologia II a gente falou, não tem que... vamos tentar fazer parecido com o que foi de Metodologia I, para a gente não fugir daquilo que deu certo lá, porque a experiência lá foi boa.
47	P	Sim, sim. E a experiência com minicurso foi boa também?
48	G	Foi bem positiva. A gente passou por alguns problemas técnicos por causa que os alunos começaram a voltar presencial, e aí o esquema híbrido dificultou bastante. A gente estava analisando alguns episódios de interação nesses dias, né?, e na maioria das interações a gente falava dos pontos positivos e tal, os alunos responderam, os alunos conversaram, a gente conseguiu ter essa troca, mas todo mundo falava que a dificuldade era: tinha um aluno pipocando lá, porque ele estava presencial e estava muito barulho presencial, na aula que eu ministrei o professor Samuel deixou o microfone aberto para... direto, para os alunos falarem quando quisessem, inclusive foi uma boa, só que acabou que pegava ruído e eco da minha voz, então toda hora eu parava para ouvir o que eu estava falando, porque eu estava me ouvindo, então... apesar de ter sido bem positiva, foi uma... a gente conseguiu chegar ao nosso objetivo, a gente desenvolveu, acho que a gente desenvolveu bem o nosso, o nosso conteúdo, mas foi um pouco de... a experiência foi um pouco dificultada pela estrutura que passou do remoto para o híbrido, né?
49	P	Entendi, foi diferente do que a gente passou. Certo, e pensando no AVA de barragens, eu queria saber como é que você percebeu, você falou um pouco do Modelo Topológico de Ensino, né?! Então, você está um pouco ambientado com essas questões? Eu queria saber como é que você percebeu essa problematização. Durante o desenvolvimento da sequência e do AVA, onde é que você percebeu que ela aconteceu de forma mais acentuada? Se foi no próprio AVA, se foi nas aulas do professor Samuel, como você viu essa problematização sendo construída? O que faltou e o que não faltou?
50	G	Olha, eu acredito que na questão de faltou e não faltou, pelo estudo que a gente fez, tanto do conteúdo do AVA, quanto das coisas que a gente viu em volta, né?, do AVA para responder às perguntas dos alunos, eu acho que da problematização não teve nada que faltou, nada foi deixado para trás, pelo menos no meu ponto de vista, né?! Mas, assim, se eu fosse analisar o desenvolvimento do AVA, eualaria que o desenvolvimento, o desenvolvimento da problematização, foi um desenvolvimento bom, foi um desenvolvimento que a gente

		<p>acho que comentou, inclusive, nas reuniões do grupo lá, de que era um... era um desenvolvimento que muitas vezes deixava um pouco de lado a Química ciência, principalmente no começo, para contextualizar todo esse problema social, né?, que é a parte que motiva os alunos, que é a parte que vai cativar todo o estudo que vai ser feito a partir daí. Eu, talvez, se fosse pensar assim em mudanças de desenvolvimento, talvez trazer um pouco mais do conteúdo científico logo mais no começo, mas, assim, é só para... falando essas questões só para pensar numa forma diferente, porque acredito que a forma com que foi conduzida, trazendo toda essa contextualização primeiro, foi que eu, a minha impressão foi que a problematização se deu nas primeiras aulas para depois, no final, alcançar o objetivo que basicamente, imagino eu, que seria, é, estudar bem, e de forma aplicada aos processos de separação de misturas, alguns conceitos físico-químicos com relação à água, né?, mas acredito que a forma com que foi trabalhada a problematização foi uma forma correta, e acredito que foi a melhor forma, né?, porque sem o contexto de antes os alunos não conseguiriam seguir, né?, não conseguiriam partir para parte química, né?, pelo menos não teriam a mesma motivação.</p>
51	P	<p>Uhm, certo. E olhando também para essa parte da Química, né?, que a gente viu que faltou um pouco, enfim, e isso se refletiu até no relatório final dos alunos e em algumas respostas dentro do AVA, eu queria saber quais são as potencialidades e as limitações que você enxerga em organizar um ensino a partir da problematização das barragens e da mineração. O que que você vê de potencial e o que você vê como limitante dentro desse problema?</p>
52	G	<p>Uma outra pergunta difícil. É... bom, talvez a questão que é limitante, ela seja não necessariamente limitante, mas é uma questão que eu acho que volta naquele problema que eu falei antes do palpite, talvez falta um pouco de tempo, porque quando você fala de uma tragédia as pessoas se comovem, as pessoas têm essa empatia, né?, e as barragens foram uma tragédia, a gente não nega isso, né?, e fica um pouco... é... talvez um pouco difícil de tratar esse assunto, tratar uma tragédia tão grande, uma catástrofe tão importante de forma que a gente consiga passar rápido pelo assunto e falar de ciências, sabe, e talvez essa seja a maior dificuldade, ter tempo para a gente ter empatia pela tragédia e depois falar de ciência. Talvez esse seja o limitante, mas ao mesmo tempo que eu vejo que esse pode ser um limitante, eu penso que não é por causa que é uma tragédia que a gente não vai falar disso em sala de aula, porque é importante a gente ver as tragédias e entender as coisas que aconteceram para evitar no futuro, para saber como se posicionar no futuro, né?! E se nós passando para os alunos, então é bem interessante trabalhar com o tema de barragens, eu acho que a grande potência de usar essa problematização para uma sequência didática, para uma sequência de ensino, é, porque é um tema forte, é um tema que os alunos engajam, né?, e no Ensino de Ciências existem vários assuntos que você pode falar com isso, pode falar questões da água, né?, questão de, é, polaridade, coisas, é, questões físico-químicas com relação à água, densidade, poluição da água, né?, tanto na questão dos metais, quanto na questão da lama, falar sobre separação de misturas, como a gente falou no AVA, então eu acho que os assuntos de ciências foram vários assuntos trabalhados, né?, durante a sequência do AVA, e isso foi importante, foi uma coisa boa e, talvez se a gente fosse pensar a limitação, a limitação seria pela como as pessoas se comovem, acaba gastando muito tempo nessa comoção, o que é importante, né?, não é algo que é ruim, errado, não é, mas de novo, caçando, caçando uns pelos nos ovos.</p>
53	P	<p>Sim, entendi.</p>
54	G	<p>Só para falar de alguma coisa diferente.</p>
55	P	<p>É... essa questão da limitação, ela não foi uma fala que só você trouxe, né?, um outro tutor que eu entrevistei também falou que era uma dificuldade de você tratar um assunto delicado e não deixar com que os alunos saíssem com uma visão de que tudo é ruim e que não, que não vai dar certo, que a mineração é ruim, que as empresas são ruins e que está por isso</p>

		mesmo, é... o tutor falou que esse era um problema, que é uma limitação que ele via, né?! E o professor Samuel também trouxe essa questão, ele falou, assim, aí, por ser um assunto delicado, eu acho que a gente tem que ter um pouco mais de cuidado e talvez seja essa limitação também, então não foi só você que trouxe essa limitação com relação à delicadeza do tema mesmo, a sensibilidade do tema.
56	G	É, e apesar do tema ser delicado, de toda forma eu acho que é importante a gente trabalhar com temas delicados, porque acho que, principalmente no Ensino Médio, os alunos estão entrando em contato com muitas ideias, muitas ideias novas que discordam, né?, eles discordam entre si, principalmente talvez... a gente trabalhou na Etec, né?, principalmente no ambiente de Etec que é muito diferente da escola que provavelmente os alunos tiveram antes, né?, porque até o Ensino Fundamental a gente tem escola de bairro, né?, tem aquela escola que está com as pessoas que moram próximas de você, enquanto na Etec são pessoas de vários locais diferentes. Então a gente trabalhar temas polêmicos, temas delicados, é importante para a própria formação do aluno, como, como cidadão, né?, não só a formação científica do aluno, né?!
57	P	Sim, sim.
58	G	Então, ao mesmo tempo que eu vejo que pode ser uma limitação, vejo que é um tema importante pra ser trabalhado.
59	P	Hurum, sim, eu acho que talvez a limitação, ela fique mais nessa questão do ser sensível, né?, o professor tem que ter um pouco mais de cuidado, porque vai polarizar algumas vezes, né?, você vai ter opiniões muito diferentes, e aí o professor tem que estar preparado para lidar com essas questões mais diferentes.
60	G	Sim, sim.
61	P	Alunos que pensam muito diferente, enfim, eu acho que não só das barragens, mas de todas as questões sociocientíficas: é um cuidado que se deve ter, eu acho interessante não ter sido só você que trouxe essa questão.
62	G	Ah, interessante mesmo, que legal.
63	P	Bom, essa primeira parte de questões sociocientíficas e experiências com docência a gente encerra nessa pergunta. E aí, agora, eu vou para questões mais relacionadas ao AVA, e a primeira delas é, eu queria saber o que que você achou da organização do AVA, né?, você que agora já elaborou um minicurso, talvez tenha um pouco mais de conhecimento das ferramentas, então o que que você achou da organização do AVA de mineração? Assim, o <i>layout</i> , a quantidade de questões, materiais de estudo, como que você acha que eles estavam?
64	G	Olha, acredito que é um... foi um ótimo ambiente para se trabalhar e, como você disse, a gente teve a possibilidade de montar o nosso ambiente, né?, e com isso várias dificuldades, né?, dificuldade de produção dos textos, a dificuldade de seleção de imagem, de seleção de vídeos para passar, é..., e acredito que a impressão que a gente teve, é..., que eu tive, foi que o AVA de barragens, né?, mineração, ele não foi um AVA que tinha acabado de ser montado, ele foi montado com bastante antecedência, já tinha sido testado, não sei se ele já tinha sido testado com outros alunos...
65	P	É, não tinha... não teve tanta antecedência.
66	G	Não? Também não sabia. É, logo de cara, quando a gente montou o nosso ambiente virtual, a gente começou a passar para os alunos, a gente começou a perceber que... a gente montou no mesmo esquema de grades, né?, só que cada grade era uma aula específica, né?, a gente não dividia aulas dentro de uma mesma grade, então a gente começou a perceber que nossa, nessa grade aqui a gente colocou o texto voltado para esse assunto, só que na aula, na reunião, a gente não tratou da

		mesma abordagem, a gente tratou de forma diferente, então, seria uma coisa que a gente mudaria no AVA, para as próximas; nem na sequência didática a gente muda, a gente muda só na estrutura do AVA. Além disso, acho que até pela própria condução do professor Samuel durante o curso, né?, a gente percebeu que o AVA estava bem estruturado, a sequência do AVA estava correta, tanto até que parecia que já tinha sido testado, já tinha sido mudado uma vez, porque não deixou, pelo meu ver, não deixou buracos, a meu ver não deixou buracos.
67	P	Sim...
68	G	<p>É, e outra coisa que acho que vale a pena, vale a pena ressaltar sobre a minha impressão sobre o AVA, e que a gente também sofreu um pouco com isso quando montou o nosso, é com relação às questões, as questões que foram colocadas para os alunos responderem no AVA eram questões abertas, eram questões que davam a possibilidade do aluno produzir um texto e escrever a opinião dele, né?, escrever o que ele achava, tanto para os assuntos científicos, quanto para os assuntos sociais. E a gente teve bastante dificuldade de fazer isso, tanto até que fizemos pouquíssimas questões abertas para os alunos fazerem, a gente fez três atividades para entrega, né?, e duas eram textos para eles entregarem, tanto o trabalho final, quanto o texto do meio do caminho.</p> <p>E a gente teve bastante dificuldade para engajar os alunos nesses textos, para achar uma problematização que pudesse ser razoavelmente polêmica, que pudesse, é..., dar essa abertura para os alunos falarem sobre um... terem um leque de possibilidades de assuntos grande para abordar nas questões, então eu acho que vale, vale lembrar que as questões do AVA de mineração, de barragem, estavam bem estruturadas para o todo, o contexto da problematização, o contexto de colocar os alunos para falar, né?, colocar os alunos para expor as suas ideias.</p>
69	P	É, só um detalhe, eu disse que o AVA não foi feito com muita antecedência, a gente começou a elaborar o AVA no finalzinho de 2020, assim, no começo de 2021 foi que a gente montou ele de fato, conversando com o professor Samuel, e houve algumas adaptações que foram feitas no AVA, durante o desenvolvimento do AVA, né?, acho que como vocês não conheciam ele antes...
70	G	Uhm, eu lembro, vocês chegaram a falar uma vez disso na aula, eu acho, que teve uma mudança, sim, não lembro se foi só uma, né?, mas eu lembro de vocês terem falado de uma mudança que aconteceu lá no meio do curso.
71	P	É, foram algumas assim, que durante as aulas eu fui percebendo que faltava, ou então que sobrava naquela aula, e aí eu acrescentava, eu tirava, eu mudava. Mas como vocês não, não tinham acompanhado desde a elaboração, não deu para perceber muito. Mas não, não foi um problema, assim, pontual do seu grupo, do minicurso de vocês, eu acho que com o tempo a gente vai pegando, e aí como eu tinha mais tempo que vocês, não sei, vocês tinham duas aulas para fazer o minicurso de vocês?
72	G	A gente teve... nossa, não lembro se foram duas ou três aulas, mas a maioria das coisas a gente fez fora de aula, né?, porque é difícil reunir todo mundo do grupo, teve algumas problemáticas de a gente, é..., acho que todo mundo, todo mundo se encheu de disciplina, todo mundo se encheu de tarefas nesse último semestre de remoto para tentar compensar o tempo, sei lá, e a gente acabou tendo um pouquinho de dificuldade. A gente fez poucas atividades síncronas, né?, para a montagem do AVA, a gente montou os textos separadamente, cada um revisou um texto e depois foi montando a estrutura do AVA mais separadamente.
73	P	Hurum, sim.

74	G	Então, talvez tenha ficado um quebra-cabeças de peças diferentes, né?, porque cada um montou na sua estrutura, né?, mas...
75	P	E esse é um outro ponto também, né?, como eu fiz sozinha, aí você consegue controlar um pouco mais.
76	G	E saber o que está no começo e o que está no final, né?!
77	P	Sim, sim, quando a gente vê o AVA a gente não imagina que é tão complexo pensar nas atividades, mas realmente exige um pouco mais de dedicação e tal.
78	G	A gente chegou a ter um problema de que uma das pessoas do grupo não pôde ministrar a aula que ele tinha montado, e aí a gente foi substituir ele, mas a gente percebia que tinha um pouco de dificuldade, porque mesmo a gente sabendo qual é o objetivo da aula, qual era toda a estrutura da aula, por causa da montagem da sequência didática, tal, a gente ainda sente um pouco de dificuldade, porque é... estava nítido no texto que ele montou no AVA, até porque era o nosso objetivo deixar isso nítido, qual vai ser o contexto, qual vai ser o meio para gente chegar e o objetivo que a gente pretende alcançar, isso estava muito nítido, mas só que talvez os pontos-chave, palavras-chave, perguntas importantes, faltou, faltava um pouquinho pra gente. Acho que até se for fazer uma comparação com o AVA de mineração, acho que até pelo modo como o professor Samuel conduziu a aula, né?, que foi pela leitura do AVA, pela análise das coisas que estavam no AVA, sem um mediador externo como um <i>PowerPoint</i> , um texto de fora, eu acho que deu para gente passar por todas as curvas, os caminhos que o ambiente virtual estava conduzindo, né?, não faltou nada, não pulamos nada de importante, assim, então acho que esse foi bem conduzido, muito por isso, também por causa da estrutura como o professor conduziu as aulas.
79	P	Hurum, e aí é uma outra questão também, eu tinha reunião, eu não sei se vocês sabiam, mas toda semana eu tinha uma reunião com o Samuel para falar das aulas que tinham passado e das aulas que iam vir, então a gente conseguia ver direitinho qual era a estrutura, a organização, qual era o caminho que ele ia seguir, então acho que isso ajudou também.
80	G	Com certeza, pensando por esse lado, sim.
81	P	Bom, pode falar...
82	G	Não, ele já sabia o esquema, né?, já sabia os caminhos, já não estava perdido.
83	P	Aham. E como, tipo, tinha sido eu que tinha montado, aí a gente ficou com medo dele ter essa dificuldade, né?, de trabalhar com material de uma outra pessoa. Mas eu acho que são questões importantes que aparecem quando a gente está trabalhando, né?! É... sobre as ferramentas do AVA, o converse com o tutor, a entrega das atividades, o acesso às devolutivas, os comentários de <i>feedback</i> , você teve alguma dificuldade com a utilização dessas ferramentas?
84	G	Não tive dificuldade, as dificuldades posso dizer que foram no começo, quando não, não conhecia as ferramentas, né?, mas conforme foi passando o tempo, a gente foi se adaptando, né?, e foi reconhecendo como usar as ferramentas, né?! É... eu tenho um pouco de dificuldade de... eu tive um pouco de dificuldade de, acho que por estar acostumado a sempre receber notificação de tudo, é, por não receber notificação, acho que, principalmente por questões de fórum, porque das próprias atividades eu verificava quase... pelo menos umas duas vezes por semana se os alunos tinham feito atividades, não era sempre na hora que eu respondia, mas pelo menos anotava que já tinha alguma atividade entregue que eu não tinha avaliado, é..., então, talvez a minha dificuldade foi para interagir no fórum, mas é mais por razões minhas mesmo, de não ter o costume de ir lá procurar se alguém tinha feito alguma coisa, eu ia procurar mais as questões. É, não sei se vai nesse sentido mesmo a pergunta, mas talvez um aviso de notificação, um... não sei, mas é, mas entendo que é

		alguma coisa difícil, principalmente pensando num fórum que todo mundo tem acesso, é um pouco complicado dar essa atenção, né?, mas o AVA ele é muito moldável, né?, ele é bem...
85	P	Intuitivo, talvez?
86	G	Sim, ele é intuitivo, porque se parece com o que a gente usa no dia a dia, né?, que talvez é... ferramentas do <i>Google</i> , ferramentas <i>Microsoft</i> , que a gente usa com computador, celular, e ele é intuitivo, ele parece, ele parece bem tranquilo de se mexer, não é muito diferente daquilo que a gente está acostumado, e por ele ser bem moldável eu acho que é uma boa estrutura, né?, dá para você colocar bastante coisa, dá para você usar bastante ferramenta e acredito que as ferramentas no AVA de mineração, de barragens, foram bem aproveitadas, né?, tanto os fóruns dos livros, os fóruns das grades, o fórum geral, eu acho que foram todos bem, bem aproveitados.
87	P	E quais eram as suas expectativas com relação à interação, antes de começar o AVA? Como que você achava que iam ocorrer? Ia ter bastante ou não ia ter...
88	G	Eu achava, é, se for pensar meu preconceito quanto aos alunos de Ensino Médio, e eu sabendo que já fui um, eu esperava quase interação nenhuma, quando começaram as aulas eu vi que a sala era uma sala engajada e, por ver a sala engajada, a partir disso, eu comecei a perceber, eu comecei a pensar que as respostas e as interações das questões iam vir de imediato e acabou que não foi isso que aconteceu, né?, os alunos acabaram não respondendo tão rápido, tanto até que eu mandei mensagem, mandei <i>e-mail</i> para alguns, né?, e aí começaram a responder. Então, as minhas expectativas eram bem baixas, no começo, mas estava disposto a fazer, né?, porque o nosso trabalho no estágio era esse, né?, era fazer com que os alunos se engajassem para responder, e aí, depois das aulas, eu comecei a perceber que pode sair interações boas daí porque nas aulas os alunos eram bem interativos, e acho que isso se deve muito também à condução do professor Samuel, que parece ter uma boa intimidade com os alunos, né?, ele parece ser bem próximo dos alunos, mas depois, é..., eu percebi que as respostas não vieram logo de cara, mas depois que os alunos falavam, olha, a gente tem coisas para responder aqui, depois que a gente falava: “respondi isso aqui”, só aí os alunos vinham responder, até aqueles lá do Grupo 10 ou 9, se eu não me engano, que era o grupo que só tinha duas pessoas lá, uma das alunas respondeu, né?!
89	P	Sim, sim.
90	G	Que era daqueles que a gente não esperava que tivesse muita resposta, que não participam tanto.
91	P	É, os grupos finais foi até o professor Samuel que falou, né?, acho que esse pessoal não vai participar tanto, mas no seu grupo teve uma aluna que participou, os outros grupos eu acho que não. A pergunta 4 era como que você analisava, né?, o que tinha acontecido com relação às suas expectativas, eu acho que você explicou bem como que elas foram feitas, né?, começaram baixas, depois você achou que ia aumentar, e aí depois foi mais ou menos, mas a quinta pergunta é, por que que você acha que isso aconteceu? Por que você acha que os alunos, eles não eram tão engajados, eles eram engajados na aula e aí no ambiente não eram tanto, ou dependia do aluno?
92	G	Aí, eu acho que tem a ver com a questão de grupo, é... quando os alunos estão em grupo, mesmo que estivessem separados, cada um na sua casa, mas reunidos, todos com o mesmo objetivo, que é assistir e participar da aula, né?, eu acho que os alunos se engajam mais porque tem aquela questão da confirmação das ideias, né?, um aluno fala alguma coisa, como você percebe, “nossa, é parecido com o que eu quero dizer”, então eu vou lá e falo também, me engajo a falar também ,ou o oposto, né?, quando alguém vai lá e dá uma opinião e diverge totalmente da sua opinião, você vai lá e se engaja para falar sua opinião divergente,

		<p>né?! Eu acho que tem a ver com eles estarem em grupo, esse grande engajamento nas aulas e o pouco engajamento na resposta, né?, no retorno dos nossos comentários, talvez tenha sido por falta desse grupo, a falta dessa confirmação, ou talvez também por falta de notificação, falta de informação de que a resposta tenha sido comentada, é..., atribui esses dois pontos, né?, e os alunos não estavam em grupo, então eles tinham que eles, por conta deles, sem a confirmação e o aval de ninguém, falar o que eles estavam, o que eles pensavam, né?, as informações que eles tinham e também é a questão da notificação, né?, de quando a questão era comentada, eu não sei se os alunos tinham algum meio de saber que essa questão tinha sido comentada ou avaliada.</p>
93	P	<p>Sim, eles não tinham. E, bom, pensando nesses problemas que você já falou, a questão do comentário não notificar os alunos, a questão da confirmação do grupo, quais as principais dificuldades que você encontrou na interação com os estudantes? Assim, como tutor, o que você achou mais difícil para interagir com os alunos?</p>
94	G	<p>É uma boa pergunta, as minhas interações foram bem rápidas, né?, como eu disse, os alunos não interagiram logo de cara, eles foram interagir lá para o final do AVA, então, assim, quase todas as interações, elas foram o aluno respondeu à questão, eu fiz um comentário, o aluno respondeu a meu comentário e eu só mandei um obrigado, é isso aí, porque tinha acabado o tempo das interações, então, eu não tinha muito como postergar essa interação, é..., se eu fosse pensar em algumas coisas que me dificultaram em fazer essa interação, talvez no começo tenha sido a forma com que eu escrevia os textos, porque eu escrevi textos muito longos, coloquei muitos links, falei sobre vários pontos, talvez o aluno ficasse um pouco perdido no meu comentário e eu não sei, ficasse perdido na resposta, na resposta dele ao meu comentário também, é, mas acredito que eu fui corrigir isso ou tentei corrigir isso..., é..., focando mais em um único ponto da questão do aluno. Então se o aluno cometia um erro, eu focava só nesse erro, não ia focar na parte que ele fez certo, na parte que ele já estava mais por dentro da questão, ou então, no caso, quando eu identificava vários pontos possíveis de fazer um comentário, eu selecionava um para ser o norte da discussão e aí, se tivesse a possibilidade, pelo menos o que eu pensava, se tivesse a possibilidade, num segundo comentário, eu traria outro ponto da questão. Eu acho que isso fez com que os alunos conseguissem responder melhor às questões, responder melhor aos meus comentários, não fazer um texto grande, não colocar dez links para eles consultarem e, talvez, escolher um ponto por vez para trabalhar, não tratar tudo de uma vez, porque eles poderiam ficar perdidos. A impressão que eu tive, eu não sei se eu... eu não tenho confirmação de que isso resolveu, de que isso fez alguma coisa, até porque, como eu disse, eu tive poucas respostas dos alunos, né?, mas a impressão de que eu tive foi essa.</p>
95	P	<p>Certo! E, agora, olhando de modo geral para as interações assíncronas, quais as limitações que você vê, que você identifica nessas interações? O que você acha que é mais difícil para interagir por meio de <i>e-mail</i>, fórum, comentário em ambiente virtual?</p>
96	G	<p>A coisa mais difícil é a expectativa da resposta e a possibilidade de não resposta, porque quando você está conversando de forma síncrona com alguém você sabe que a pessoa vai responder, né?, mas de forma assíncrona a gente não tem ideia de como que vai ser essa resposta ou se ela vai existir um dia, né?, então eu acho que essa é a maior dificuldade, se a gente conseguisse fazer uma troca rápida, como por exemplo, talvez uma conversa de <i>WhatsApp</i> que a pessoa manda uma coisa, você responde e vai trocando rápido, assim, talvez essas interações assíncronas das questões, que foram as que a gente teve, né?, fossem um pouco mais proveitosa. Não, não sei se teria como ter esse tipo de interação, até porque exige que tutores e estudantes estejam ao mesmo tempo fazendo a mesma coisa, mas pensando nisso, no modelo remoto, né?, mas as interações assíncronas acho que, o que deixa mais difícil é essa dinâmica de resposta, de uma fala, o outro responde rápido, e aí não se</p>

		perdem os assuntos, não mistura assuntos de conversas diferentes na cabeça, eu acho que talvez essa seja a principal limitação.
97	P	<p>Certo, entendi, deixa eu passar agora para a parte da lembrança estimulada, né?, eu vou trazer algumas interações, interações não, mas algumas estratégias que você trouxe para interagir com os estudantes, e aí a gente... eu vou conseguir entender até um pouco melhor a sua outra resposta que eu acabei não, não destrinchando mais, porque eu sabia que eu ia perguntar agora.</p> <p>Aqui, eu trouxe algumas estratégias que você utilizou para conversar com os estudantes, para estimular a interação deles e aí você apresentou essas estratégias no relatório, em um dos seus relatórios. A primeira você comentou aqui já nessa entrevista, né?, você falou que trouxe comentários longos nas primeiras respostas, e aí depois você foi diminuindo o tamanho do comentário, talvez para estimular, né?, fazer com que o aluno entendesse ou respondesse de uma forma mais objetiva. Teve um outro momento que você disse que não avaliou a questão para ver se eles... para avaliar depois que eles comentassem, para ver se estimulava o comentário dos alunos; teve uma outra vez também que você disse que começou a entrar em contato com eles pelo <i>chat</i>, porque por lá você sabia que eles recebiam a notificação no <i>e-mail</i> e aí você avisava que tinha um comentário nas questões. Eu queria saber o que que te levou a tentar essas diferentes estratégias para se comunicar com os alunos? Porque, apesar de ser como você falou, né?, que era um objetivo do trabalho de vocês como estagiários tentar estimular essa comunicação, mas não foram todos os alunos que tentaram, né?, diferentes estratégias, como você fez no AVA, então eu queria saber o que que te levou a tentar essas diferentes estratégias.</p>
98	G	<p>Olha, é..., acho que as nossas reuniões depois da primeira aula do professor Marcelo, foram, foram o que me levaram a testar algumas outras possibilidades, né?, porque eu percebi que alguns alunos do ambiente de barragens, né?, usavam formas diferentes de responder, principalmente, quando eu falei na, nessa primeira, nesse primeiro destaque aí, que está colocado aqui. Eu fiz as questões de forma mais breve, talvez comparando as respostas que eu tinha dado aos alunos com as respostas que outros alunos deram e tiveram resposta, eu digo que essa primeira mudança foi basicamente por isso, porque a gente conversou na aula e por conversar na aula, eu percebi que, hmm..., alguém fez um pouquinho diferente, talvez eu vou mudar um pouquinho a minha, a minha abordagem. E somado a isso eu posso dizer que vai daquela coisa que eu falei lá nas primeiras questões, da... de poder sentar para ler de novo o texto, por ser uma modalidade escrita, né?, não ser algo falado, eu podia revisar mais o que eu estava, o que eu estava mandando, né?, e também percebi que fiz muitas questões de uma vez, fiz um texto muito grande, aí a gente vira a chavinha e fala, bom, se eu fosse aluno, que que eu ia achar disso? “Nossa, o cara postou três links e escreveu um texto de dez linhas eu nunca vou ler isso”. Então acho que soma essas duas coisas, soma eu ver estratégias diferentes que os outros estavam abordando, né?, estavam aplicando e também de perceber que, nossa, eu estou, estou exagerando um pouco, é... Sobre a segunda, é, o segundo destaque que eu não avaliei a questão imediatamente após comentar, eu acho que isso não surtiu efeito, mas alguns alunos durante o AVA, eles se mostraram preocupados com o atraso de algumas questões, durante as aulas do Samuel eles falavam que “aí tem uma questão atrasada, ainda pode entregar?”, se eu não me engano algo parecido com isso e eu falei, hmm..., talvez se eu não avaliar a questão pode constar como atrasada, pode constar como não entregue e ele fica de olho, ele vê que tem um comentário e vai comentar, mas eu acho que não surtiu efeito essa. A que realmente surtiu bastante efeito, né?, foi a de enviar os <i>chat</i> para os alunos, enviar comentário no <i>chat</i>, porque isso notificava os alunos, e notificando os alunos eles já tinham esse ímpeto, né?, essa vontade de responder, eu acho que vai muito também da estrutura que a gente tem nas escolas, né?, de que se você não fizer uma atividade, você perde nota, talvez por essa motivação também eles tenham feito isso quando eu entrei em contato, né?, talvez quando a gente entrou em contato e mostrou</p>

		<p>pra eles que tinha uma atividade ainda para fazer, eles ficaram um pouco receosos de perder nota ou não estar com o curso, né?, com o certificado do 100% do curso feito, então a gente... eu acho que isso deu uma, deu esse engajamento no final. A primeira impressão que eu tive, que inclusive foi o que eu falei na questão anterior, de que os alunos, acho que, puderam responder melhor quando eu diminui os textos, eu só fui perceber isso quando eu comecei a entrar em contato com eles no <i>chat</i>, depois que eu fiz a minha terceira abordagem, porque foi quando eles responderam, né?, eu pude perceber que realmente o texto menor, o texto mais curto, tinha uma resposta mais direta, uma resposta mais fácil de interagir depois, né?, uma resposta que os alunos foram talvez mais espontâneos até.</p>
99	P	<p>Sim, eu acho que também se assemelha àquela questão que você trouxe como uma limitação das interações assíncronas, que é o tempo, e aí quando a gente olha para o texto, o tamanho do texto, também, né?, quando a gente está conversando por <i>WhatsApp</i>, enfim, ou por <i>chat on-line</i>, as nossas mensagens elas tendem a ser curtas, né?, ou você manda mais mensagens em vez de mandar um texto longo, você manda diferentes mensagens ou você manda mensagens curtas esperando uma resposta um pouco mais rápida, acho que quando você diminui o tamanho do seu texto você se aproxima dessas interações que são mais diretas.</p>
100	G	<p>Sim, as respostas são mais direcionadas, se eu fizer três perguntas, o aluno pode escolher responder só uma e vai estar incompleto, né? Se eu fizer uma pergunta só ele vai responder àquela lá e, talvez, tenha sido também nesse modo aí, ter nesse modo aí também que eu pensei um pouco.</p>
101	P	<p>Uma outra questão que você trouxe também no relatório, esse aqui, é, no seu quarto relatório, uns dos últimos já, você coloca que você percebeu que as respostas dos alunos estavam rasas com relação aos conceitos químicos, né?, a gente falou um pouquinho disso, mas muito superficialmente lá no começo da entrevista, eu queria..., não foi uma opinião só sua, e eu queria saber o que que você acha que contribuiu para essa superficialidade nas respostas, se foi a organização dos conteúdos no AVA, talvez deixar a Química mais por meio do AVA tenha contribuído, se foi algo das aulas síncronas, se foi realmente o AVA que não trouxe tantas questões de Química, queria saber o que que você achou e o porquê disso?</p>
102	G	<p>É... eu acho que isso esbarra na dificuldade que a gente falou antes, do assunto delicado, né?, mas acredito que para resolver esse... o que resolveria esse problema seria tratar os assuntos químicos antes, né?, porque acabou que o que eu percebi, eu acho que até para falar essa questão, é..., o que eu percebi, que os alunos eles montaram um padrão de resposta, né?, então em algumas perguntas, que eram perguntas diferentes, sobre assuntos diferentes, eles falavam sempre a mesma frase ou tinham como, é, ponto de partida, como introdução da sua resposta sempre o mesmo conceito, a mesma motivação em todas as respostas, mesmo sendo perguntas diferentes, em todas as respostas, eles tinham a mesma motivação, que era falar ou a água está poluída ou a população está passando dificuldade ou isso afetou a população.</p> <p>Então, eles talvez se focaram muito nesse tipo de resposta e basearam quase todas as suas respostas nessa primeira motivação que eles tinham escolhido nas primeiras perguntas. Nas primeiras perguntas valia falar sobre isso, porque eram perguntas sobre as questões sociais, né?, mas já nas perguntas do meio para a frente do AVA, já tinha mais conceitos químicos, né?, tinha o conceito de condutividade, tinha os conceitos de turbidez, né?, e os alunos, mesmo com novos conceitos, mesmo com novas perguntas, ainda se basearam nas perguntas que eles tinham feito antes, elaborado antes, né?! Talvez trazer os conceitos químicos um pouco antes, é..., seja uma coisa que resolveria esse problema das respostas serem rasas, mas aí não sei muito como, como eu poderia fazer isso, porque como eu disse na resposta anterior, você trazer o contexto social foi algo importante, algo que engajou os alunos, talvez se começasse falando sobre condutividade, turbidez, não engajasse os alunos para depois</p>

		<p>analisar o problema social, né?! Talvez seria uma coisa para se testar, seria uma coisa para inverter a sequência, né?, falar primeiro dos conceitos físico-químicos, falar primeiro sobre a água para depois trazer o problema social e aí linkar os dois assuntos, mas aí volta naquilo que a gente falou antes, talvez a estrutura rígida do Modelo Topológico de Ensino, talvez não seja tão favorável para essa, para esse tipo de problematização, né?, mas de todo jeito eu acho que o que fez os alunos terem essas respostas rasas foi porque nós, nas respostas a gente esperava que eles fossem um pouco mais profundos na questão científica, na questão da Química, e eles se basearam nas respostas anteriores, que não eram questões de aprofundamento na Química, aprofundamento científico.</p>
103	P	<p>Sim, é... teve uma sugestão que eu ouvi também de um outro entrevistado que foi, talvez, fazer algumas aulas, né?, e aí teria que acrescentar, aumentar o tempo de desenvolvimento do AVA, trazer aulas específicas da Química, né?, porque onde eu trouxe os conteúdos da Química, eu falei também dos problemas sociais e de como, como a Química poderia ser usada para resolver aqueles problemas. Você acha que, talvez, uma aula específica de Química, onde eu só tratasse do que são aqueles parâmetros físico-químicos, de como mede, como faz, sem relacionar tanto com as barragens como foi feito, você acha que isso poderia minimizar o problema?</p>
104	G	<p>Talvez, seja uma boa opção. O que me passou pela cabeça foram os episódios que a gente avaliou nas aulas de metodologia, que por muitas vezes o professor Marcelo falou que alguns comentários dos alunos deixavam a entender que eles já tinham trabalhado esse assunto alguma vez antes, então, talvez trabalhar inicialmente alguns assuntos de Química, falando “nós vamos trabalhar com isso, isso e isso, mas para estudar esses assuntos nós vamos passar por uma problematização”, talvez contextualizando quais seriam os assuntos de Química que os alunos vão trabalhar, essas respostas ficassem mais equilibradas, né?, tanto na questão social que é importante, né?, quanto na questão da Química.</p>
105	P	<p>Sim, sim, entendi, faz sentido. Deixa eu parar aqui, são só essas duas perguntas de lembrança estimulada. E aí, agora, a gente vai para a quarta parte da entrevista, que já é caminhando mais para o final. Primeiro, eu queria saber quais são as contribuições da experiência do AVA para a sua formação como professor? Assim, o que que você vê como potencialidade de ter trabalhado com o AVA?</p>
106	G	<p>Então, talvez falando um pouco, um pouquinho mais de experiência que eu tive antes, né?, no projeto que eu tive, a montagem de uma sequência de aulas, a montagem de uma estrutura é muito importante quando a gente está falando de interações com os alunos, né?, de um..., a escola como um todo, então eu acho que todo o trabalho que a gente fez com o AVA, todo o trabalho que a gente fez, não só com o AVA, mas também nas aulas de metodologia, eu acho que ajudou, me ajudaram a ter uma visão de que eu não posso ir despreparado para a aula, né?, o AVA é toda uma preparação que a gente faz antes, a gente elabora nos mínimos detalhes para que todos os detalhes sejam detalhes que levem o aluno a alcançar esse objetivo. Então eu acho que o que mais impactou foi..., o que mais eu pretendo carregar, é essa questão de não, não posso estar despreparado para a aula, né?, eu tenho que estar munido de mediadores, né?, que no caso seria o AVA, <i>PowerPoint</i>, um texto, uma imagem, um vídeo para que a aula possa ser bem trabalhada, né?!</p> <p>E, é isso, eu percebo isso fazendo relação com o projeto que tive antes, né?, que muitas vezes eu pensava em lista de assuntos, e eu ia trabalhando cada um dos assuntos, mas sem elaborar textos, sem buscar vídeos de fora, era mais aquela questão de pergunta, ver o que os alunos respondem, aí, ver se precisamos fazer um texto, ver se precisa fazer alguma coisa, então, acho que essa questão de preparação foi uma coisa bem importante que eu, que eu achei, inclusive, se refletiu na sequência didática que a gente montou no segundo semestre. Outra coisa que também, é..., acho que despertou bastante, que tem relação com a estrutura da disciplina de metodologia I e II é a utilização de meios digitais, né?, durante a aula a</p>

		<p>gente só usou meios digitais, então, usou os textos do AVA, a gente montou os nossos textos de forma digital usando vídeo, usando imagens, então a possibilidade de usar um ambiente digital para as aulas foi uma possibilidade legal, principalmente agora que, conforme a pandemia fez com que os alunos tivessem as aulas remotas e, pelo que a gente ouviu por aí, a modalidade remoto, a modalidade híbrida de ensino não vai ser deixada de lado, mesmo a gente sabendo de todas as problemáticas dela, ela vai acabar sendo aplicada em escolas e, talvez até na rede estadual, que investiu muito nas aulas remotas, eu acredito que isso não vai ser deixado de lado, vai ser trabalhado mais pra frente, então a gente ter essa experiência com o meio digital, ter essa experiência com um ambiente em que a gente conseguiu montar, conseguiu adaptar de acordo com as nossas preferências na sequência didática, de acordo com a nossa problematização, não ser algo pronto, ser algo que a gente pôde montar, e a possibilidade de uso desse meio digital foi bastante importante, eu acho que, e pretendo continuar nessa linha, né?, no meu trabalho, no futuro.</p>
107	P	<p>Sim, sim, e aí já falando no seu trabalho no futuro, você considera utilizar as questões sociocientíficas na sua prática?</p>
108	G	<p>Sim, considero, acho, vem como eu falei antes, né?, acho que talvez o Modelo Topológico de Ensino seja muito engessado, um pouco rígido e, então, talvez, não nas terminologias, né?, nos termos, talvez não nos termos tão precisos, tão corretos, mas assim, conduzir uma sequência didática a partir de uma problematização é algo muito poderoso, porque engaja os alunos, né?, faz com que os alunos tenham um objetivo, né?, porque acredito que muitas das dificuldades que nós temos, como professores, como os professores têm, é em fazer com que os alunos entendam o porquê que eles estão aprendendo aquilo, né?, e com a problematização a gente não tem essa dificuldade, essa dificuldade está passada, então a desanimação do aluno não vai ser porque ele não reconheceu a motivação, né?, é..., não vai ser porque ele não entendeu qual é o objetivo daquela aula, o porquê que ele está estudando, porque que ele tá aprendendo aquilo, a desmotivação dele pode ser por um outro fator que precisa ser trabalhado de forma completamente diferente, então eu acho que é um modelo muito poderoso, para..., tanto para a motivação, quanto para o engajamento dos alunos, para eles produzirem, né?, então eu acho que é muito relevante para ser deixado de lado. Então, com certeza, no futuro, pretendo usar partes e trechos e, principalmente, a problematização.</p>
109	P	<p>Certo! E pensando também no futuro e nessa questão da possibilidade de um ensino híbrido, não só a questão das escolas estaduais, mas das particulares também, eu acho que vai vir com força essa modalidade, você considera elaborar um AVA para utilizar, se você tiver a possibilidade, para utilizar na sua prática, mesmo sem esse contexto de distanciamento social de pandemia?</p>
110	G	<p>Olha, é uma possibilidade. Eu pensei sobre isso outro dia, eu estava pensando sobre isso, não é lorota, se um dia eu estiver dando aulas sobre eletroquímica e eu quiser montar um AVA sobre isso, será que eu poderia fazer isso? Será que eu poderia usar o ambiente do Lapeq para fazer isso? Não sei. Pensando por esse lado, eu acho que seria proveitoso, mas também acho a impressão que eu tive, né?, foi eu também, o que eu comentei lá no começo, a estrutura do curso que a gente fez ela está blindada de questões de tempo, questões de nota e questões de obrigação de conteúdo que muitas vezes tem, né?, de ter que se trabalhar X conteúdos durante o ano e não necessariamente esses conteúdos têm relação entre si, então, é..., talvez não utilizaria um AVA tão completo e tão completo quanto o AVA de barragens, mas talvez faria vários mini AVAs durante o ano, para os alunos, para os alunos trabalharem, né?!</p> <p>Ainda nesse projeto que eu tive... eu ainda estou próximo da escola, né?, então eu ainda tenho contato com o que está acontecendo por lá, eles estão pegando uma plataforma do Google de educação e essa plataforma do Google é muito parecida com o AVA, não no seu formato físico, né?, por ser do Google tem todo o layout do Google, tem toda a estrutura de</p>

		<p>usar outros aplicativos do <i>Google</i> também, mas é..., tem um objetivo muito parecido com o AVA, então eu acho que essa experiência que a gente teve com o AVA pode ajudar em outras plataformas também, então, talvez, se não tiver a possibilidade de trabalhar com o AVA do Lapeq, o AVA que a gente teve acesso nessa experiência com certeza nos ajudou com outras estruturas, que são estruturas que a gente vai encontrar por aí. E tem até uma frase interessante que a empresa lá, que fez propaganda na escola, falou, que é: “os alunos não precisam carregar peso na mochila, porque eles não vão precisar carregar livro, eles vão carregar um computador” e isso é uma vantagem quando se tem um ambiente virtual, né?, quando se tem algo digital pra se fazer, os alunos carregam todas as matérias, todas as disciplinas em um único computador, então... acredito que o AVA foi uma boa possibilidade de trabalho, eu gostei bastante de ter trabalhado com ele, deu experiências muito boas; usaria se tivesse a possibilidade de usar, pensando também nas problemáticas que eu falei, questão de tempo, questão de densidade de conteúdos nas escolas, é..., então usaria com moderação, mas ainda sim usaria, e essa experiência que a gente teve com o AVA com certeza vai ser importante para o futuro, para questões do futuro, né?, de outros materiais didáticos, outros... materiais que a gente vai ter contato no futuro.</p>
111	P	<p>Sim, é, eu achei interessante essa frase que você trouxe também, de não carregar peso na mochila, carregar o computador, mas aí eu fico pensando também em uma comparação assim, livro didático e o AVA, porque a gente já tem livros didáticos que estão <i>on-line</i> e aí, não necessariamente o aluno precisaria levar o livro para a escola, ele pode levar o livro no <i>tablet</i>, enfim, no computador. Você vê a diferença nesses dois materiais, “vou elaborar um AVA ou então vou usar um livro digital”, você consegue enxergar as diferenças? E se sim, o que diferente você enxerga? Assim, “ah” prefiro utilizar um AVA ou “ah” eu prefiro utilizar um livro digital.</p>
112	G	<p>Totalmente, tanto até que se eu tivesse os dois na minha mão, eu passaria o texto do livro para o AVA, porque o AVA tem a questão de interação, tem a questão de fórum, você coloca as perguntas dentro do AVA, né?, as interações de resposta, as perguntas dentro do AVA, o livro digital é um pouco mais limitado, né?! Supondo que a gente só fosse, é..., vamos pensar em digitalizar a educação, se a gente só fosse digitalizar o material, o livro cumpre isso, mas mesmo com o livro digital a gente ainda teria que ter provas, questões, coisas feitas em papel, coisas feitas em estruturas para se carregar. Quando a gente tem um ambiente virtual muito mais coisas estão dentro desse ambiente virtual, você pode colocar questões, interações entre os alunos, documentos compartilhados, pode colocar um fórum, então eu acho que é muito mais completo usar um ambiente virtual, muito mais completo usar um ambiente virtual do que um livro digital, mesmo. A minha frase até parece um pouco, talvez, revolucionária demais pensando assim, “nossa, então vamos abolir os papéis da escola, ninguém mais usa papel”, mas não é, esse papel é importante, mas o AVA te dá possibilidades de usar cada vez menos papel, usar cada vez menos estrutura física.</p>
113	P	<p>Sim, sim. Eu acho importante a gente ver essa diferença, não é só digitalizar o livro e pronto. E a última pergunta é como que você avalia sua atuação no AVA? E já que você já construiu um AVA também com seus colegas, eu queria saber as principais diferenças que você vê atuando no AVA que já estava pronto e criando um AVA?</p>
114	G	<p>Olha a avaliação do meu desempenho no decorrer do estágio, eu acho que ele foi melhorando, eu comecei muito travado, mas fui melhorando. Como eu disse no começo, o ambiente em que a gente foi colocado, talvez por ser remoto, talvez por se ter sido um ambiente que já estava muito bem estruturado, é..., deixou, me deixou confortável, então eu não me senti em pânico de responder ao aluno, não me senti muito pressionado para fazer as atividades, até porque estava tudo muito, muito bem planejado, e aí fiz as atividades tranquilo, com calma, não tive dificuldade em trabalhar com o AVA, né? Eu acho que muito vem desse conforto que eu falei, tanto por ser uma atividade remota, né?, não ser um</p>

		ambiente novo, quanto por ser um ambiente que estava já bem estruturado, já estava bem montado e acho que como a gente não vê... quando a gente não vê a construção do prédio, a gente só vê como ele é bonito, né?! Eu acho que eu fiquei bastante confortável de trabalhar com AVA e acredito que eu fui evoluindo nas minhas interações com os alunos, até pelo que a gente já trabalhou, né?, das minhas mudanças de abordagem. E a segunda parte da pergunta, acho que eu esqueci.
115	P	E como que você se vê no AVA como tutor, e no AVA como desenvolvedor.
116	G	Ah, sim. Como tutor, foi um trabalho bem confortável, foi um trabalho que eu sabia o que eu tinha que fazer, eu sabia qual era minha limitação, eu sabia o que era esperado de mim. Como editor, como produtor do AVA eu me senti..., é..., eu tive a impressão de que o meu grupo, o grupo nuclear, fez um trabalho muito mais simples do que o dos outros alunos, e acabou que isso trouxe para a gente vantagens e desvantagens. As vantagens que trouxe para a gente é que a gente não teve dificuldade nenhuma com a questão de tempo e com questão de não conseguir passar um conteúdo, a gente, com tudo o que a gente tinha planejado de passar, todos os nossos objetivos a gente chegou até eles. A desvantagem foi de que, por causa da gente ter feito um trabalho mais simples, a gente não conseguiu explorar tantas ferramentas e recursos, tanto do próprio AVA, quanto recursos de fora, né?, que o pessoal trouxe recursos de nuvem de palavras, trouxeram recurso de ferramentas do <i>Google</i> , ferramentas, é, que estão disponíveis na <i>internet</i> , né?, e pelo nosso curso ter sido um desenvolvimento mais simples, acho que até a gente pretendeu fazer esse desenvolvimento mais simples, é..., acho que a gente não teve tanta possibilidade de usar tantas ferramentas diferentes. Então, assim, como editor eu penso que o meu trabalho como editor seria melhorado em outra possibilidade, eu faria melhor em outra possibilidade, porque eu exploraria novas ferramentas, eu tentaria usar outros recursos, não só do AVA, mas recursos externos durante as aulas, né?, durante a sequência didática para deixar a aula mais interativa, para dar outra cara para as aulas, né?! Então eu acho que a principal diferença como tutor e editor é essa, porque a gente, quando tutor, a gente está dentro de um sistema e tem que fazer esse sistema girar e, quando editor, a gente tem que produzir esse sistema e muitas vezes a gente... a gente não colocou ferramenta suficiente para que o sistema fluísse com tanta facilidade e eu acho que algumas questões podem ter interferido, o tempo, não o tempo de preparação, mas o tempo do minicurso que é um tempo mais curto, né?, até porque pega menos da metade do semestre e também a nossa inexperiência, talvez, né?, porque a gente não tinha... acho que no meu grupo poucas, acho que uma ou duas pessoas tinham experiência em sala de aula, né?, e não era uma... uma experiência grande que a gente tinha, então essa é a principal diferença. Como tutor, eu estava superconfortável, fazia a roda girar de forma bem tranquila, porque eu tinha um objetivo, mas... eu estava fazendo um trabalho, talvez, um pouco mais braçal, né?, a gente pode dizer desse jeito, é..., e como editor, a gente talvez poderia explorar mais ferramentas, talvez a dificuldade esteja nessa complexidade toda que o AVA traz para a gente.
117	P	Sim, e acho que como tutor você teve mais tempo para conseguir se aperfeiçoar, para mudar as estratégias, e aí no minicurso você não teve tanto esse tempo. Talvez em um segundo minicurso, como você disse, você conseguisse explorar um pouco melhor. Acho que é realmente isso. Bom, a gente encerra aqui as perguntas, não sei se você tem mais algo a dizer que eu não tenha perguntado ou que você acha interessante colocar.
118	G	Não, acho que é isso. Acho que, como... como síntese de tudo, eu falei que eu gostei bastante do AVA de barragens, foi bem interessante trabalhar com ele e, o ambiente virtual como um todo, é um ambiente muito bom, muito, muito interessante.
Encerramento		

Apêndice J – Roteiro de entrevista com a tutora Sandra

Roteiro de entrevista – Sandra	
Experiência com a docência e questões sociocientíficas	
Q1	Qual a sua experiência com atividades de docência antes da pandemia?
Q2	Qual a sua experiência com atividades de docência durante a pandemia?
Q3	Você já havia trabalhado com questões sociocientíficas? Se sim: Qual o tema? Que materiais utilizou para falar sobre essa questão? De que forma a questão sociocientífica foi inserida na sua aula?
Q4	Como você se informa sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade?
Q5	Ao realizar o estágio no ensino remoto com QSC, que potencialidades você identifica para sua formação? E quais as limitações?
Q6	Como você se sentiu realizando o estágio dessa maneira? E vinculado a um projeto de pesquisa?
Q7	Como você percebeu a evolução da problematização durante o desenvolvimento da SD?
Q8	Quais são os potenciais e as limitações para organizar o ensino a partir da problemática da Mineração?
Ambiente Virtual de Aprendizagem	
Q9	O que você achou da organização do AVA (<i>layout</i> , disposição, quantidade e variedade de atividades, materiais de estudo etc.)?
Q10	Apresentou dificuldades na utilização das ferramentas do AVA?
Q11	Quais eram as suas expectativas para interação com os estudantes no AVA?
Q12	Como você analisa o que de fato ocorreu em relação às expectativas que você tinha?
Q13	Por que você acha que isso aconteceu?
Q14	Que estratégias você utilizou para estimular a participação dos estudantes no AVA?
Q15	Que dificuldades você encontrou na interação com os estudantes?
Q16	Quais limitações você identifica nas interações assíncronas ocorridas por <i>e-mails</i> , fóruns ou ambientes virtuais?
Lembrança estimulada	
Q17	Durante as interações no AVA, por que você sempre trazia perguntas?
Q18	Por que você acredita que não houve uma evolução no uso dos conceitos químicos?
Q19	Durante uma das aulas de MEQ, você trouxe um comentário insinuando que faltava, na proposta, trazer o ponto de vista da Vale, o que você quis dizer? Pode explicar melhor?

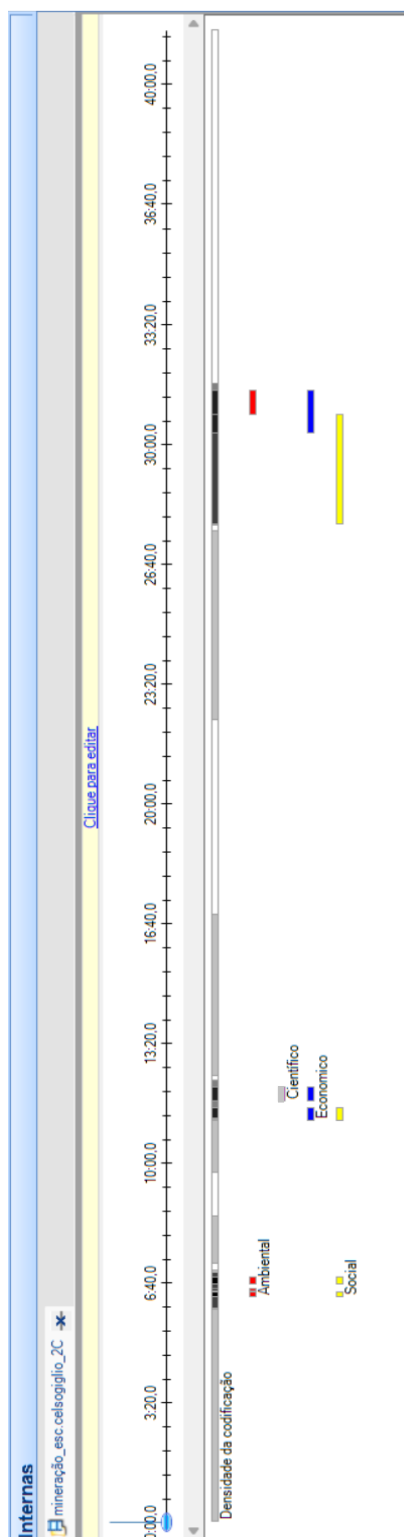
Finalização da entrevista	
Q20	Quais as contribuições da experiência no AVA para sua formação como professora de Química?
Q21	Você consideraria utilizar QSC em sua prática docente?
Q22	Você consideraria elaborar um AVA para utilizar em sua prática docente, fora de um contexto de distanciamento físico, como o imposto pela pandemia?
Q23	Como você avalia sua atuação no AVA?
Q24	Tem algo mais que você gostaria de acrescentar?

Apêndice K – Roteiro de entrevista com o tutor Gustavo

Roteiro de entrevista – Gustavo	
Experiência com a docência e questões sociocientíficas	
Q1	Qual a sua experiência com atividades de docência antes da pandemia?
Q2	Qual a sua experiência com atividades de docência durante a pandemia?
Q3	Você já havia trabalhado com questões sociocientíficas? Se sim: Qual o tema? Que materiais utilizou para falar sobre essa questão? De que forma a questão sociocientífica foi inserida na sua aula?
Q4	Como você se informa sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade?
Q5	Ao realizar o estágio no ensino remoto com QSC, que potencialidades você identifica para sua formação? E quais as limitações?
Q6	Como você se sentiu realizando o estágio dessa maneira? E vinculado a um projeto de pesquisa?
Q7	Como você percebeu a evolução da problematização durante o desenvolvimento da SD?
Q8	Quais são os potenciais e as limitações para organizar o ensino a partir da problemática da Mineração?
Ambiente Virtual de Aprendizagem	
Q9	O que você achou da organização do AVA (<i>layout</i> , disposição, quantidade e variedade de atividades, materiais de estudo etc.)?
Q10	Apresentou dificuldades na utilização das ferramentas do AVA?
Q11	Quais eram as suas expectativas para interação com os estudantes no AVA?
Q12	Como você analisa o que de fato ocorreu em relação às expectativas que você tinha?
Q13	Por que você acha que isso aconteceu?
Q14	Que dificuldades você encontrou na interação com os estudantes?
Q15	Quais limitações você identifica nas interações assíncronas ocorridas por <i>e-mails</i> , fóruns ou ambientes virtuais?
Lembrança estimulada	
Q16	Que estratégias você utilizou para estimular as interações?
Q17	Por que você considerou rasas as respostas dos alunos em relação aos conceitos específicos de Química?
Finalização da entrevista	
Q18	Quais as contribuições da experiência no AVA para sua formação como professor de Química?
Q19	Você consideraria utilizar QSC em sua prática docente?
Q20	Você consideraria elaborar um AVA para utilizar em sua prática docente, fora de um contexto de distanciamento físico, como o imposto pela pandemia?
Q21	Como você avalia sua atuação no AVA?

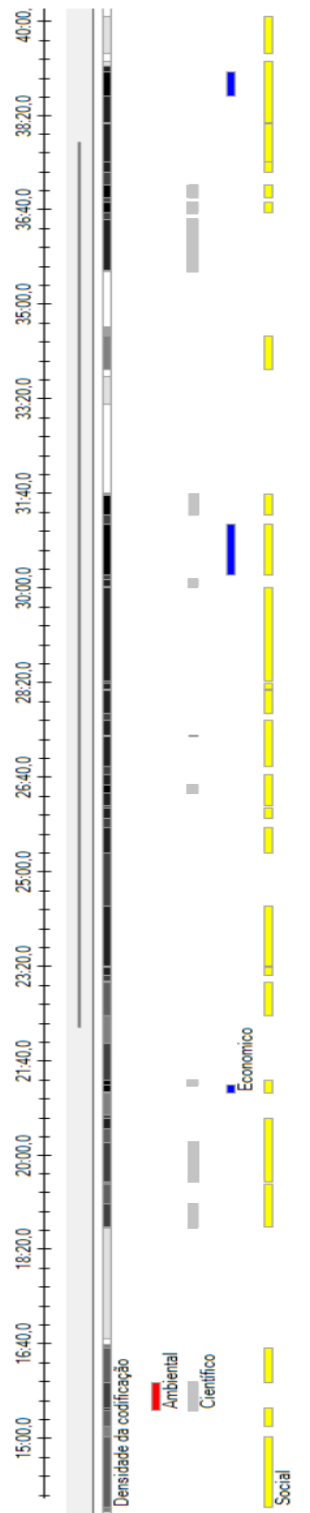
Q22	Tem algo mais que você gostaria de acrescentar?
------------	---

Apêndice L – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 1 – Módulo I



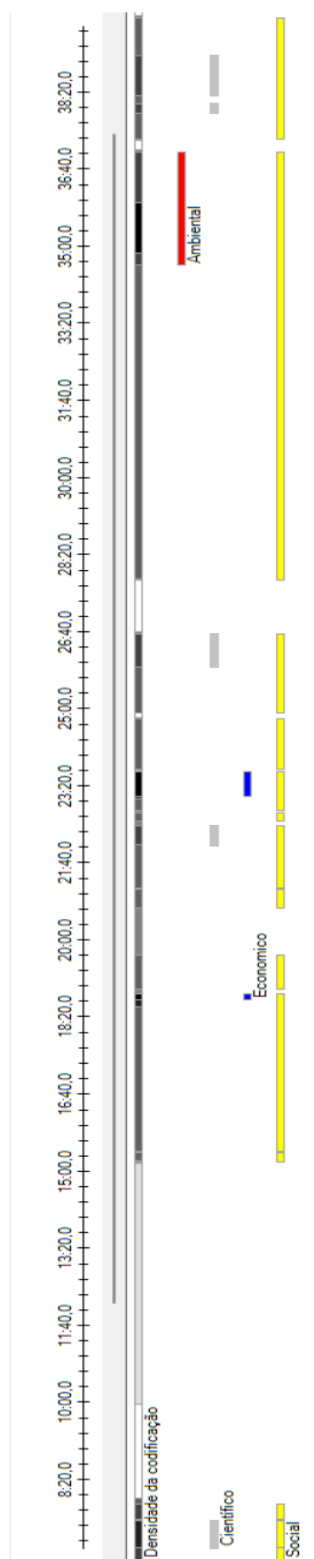
Fonte: Dados da pesquisa, a partir de NVivo® 10.

**Apêndice M – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para
Aula 7 – Módulo III**



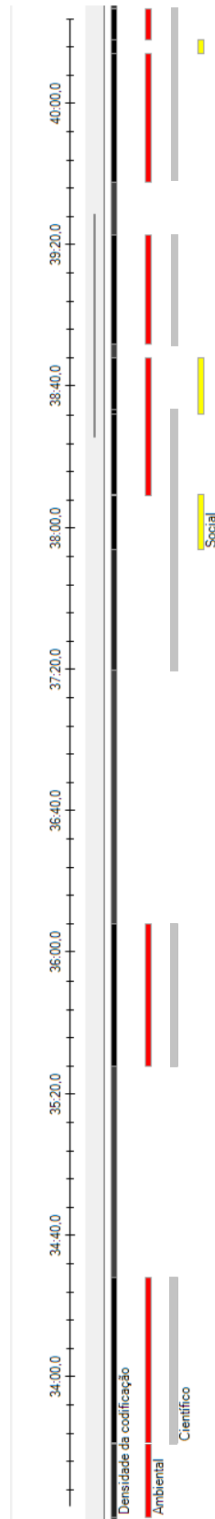
Fonte: Dados da pesquisa, a partir de NVivo® 10.

**Apêndice N – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para
Aula 8 – Módulo III**



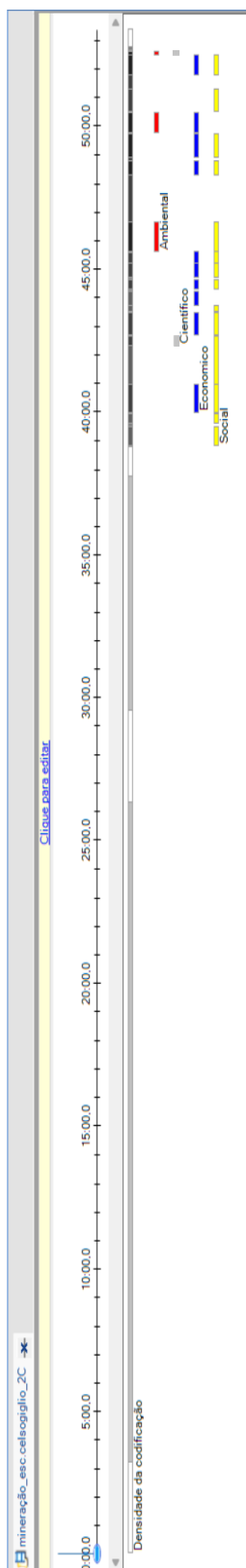
Fonte: Dados da pesquisa, a partir de NVivo® 10.

**Apêndice O – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para
Aula 9 – Módulo IV**



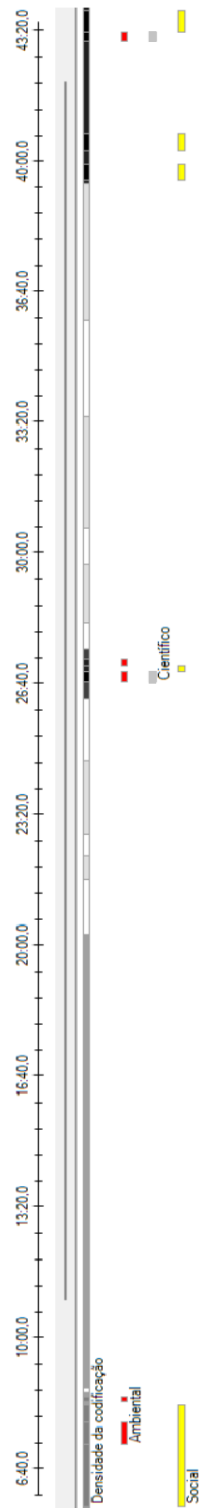
Fonte: Dados da pesquisa, a partir de NVivo® 10.

Apêndice P – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para Aula 10 – Módulo IV



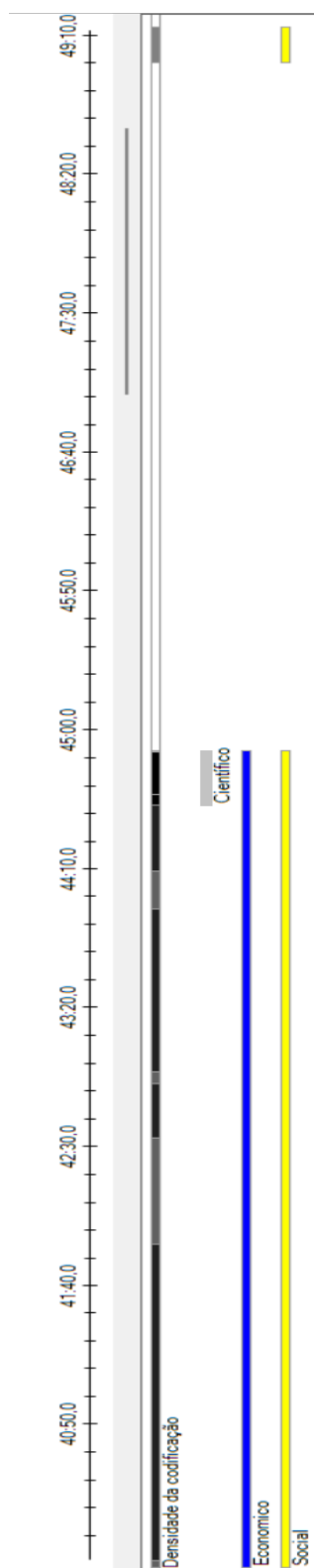
Fonte: Dados da pesquisa, a partir de NVivo® 10.

**Apêndice Q – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para
Aula 11 – Módulo V**



Fonte: Dados da pesquisa, a partir de NVivo® 10.

**Apêndice R – Diagrama de codificação de aspectos sociocientíficos para
Aula 16 – Módulo VI**



Fonte: Dados da pesquisa, a partir de NVivo® 10.