

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

GABRIEL SARAIVA GOMES

**Aspectos Discursivos e Contextuais da Problematização no Ensino de  
Química sob uma Perspectiva Sociocultural**

São Paulo

2020



GABRIEL SARAIVA GOMES

**Aspectos Discursivos e Contextuais da Problematização no Ensino de  
Química sob uma Perspectiva Sociocultural**

Versão corrigida

(Versão original encontra-se na unidade que aloja o Programa de Pós-Graduação)

Dissertação apresentada à Faculdade de Educação da  
Universidade de São Paulo para a obtenção do título  
de Mestre em Educação.

Área de concentração: Educação Científica,  
Matemática e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Giordan.

São Paulo

2020

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

Catálogo da Publicação

Ficha elaborada pelo Sistema de Geração Automática a partir de dados fornecidos pelo(a) autor(a)  
Bibliotecária da FE/USP: Nicolly Soares Leite - CRB-8/8204

SG633a Saraiva Gomes, Gabriel  
Aspectos Discursivos e Contextuais da Problematização no  
Ensino de Química sob uma Perspectiva Sociocultural / Gabriel  
Saraiva Gomes; orientador Marcelo Giordan. -  
- São Paulo, 2020.  
235 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Educação  
Científica, Matemática e Tecnológica) -- Faculdade de Educação,  
Universidade de São Paulo, 2020.

**1. Problema. 2. Problematização. 3. Modelo Topológico de  
Ensino. 4. Sequências didáticas. 5. Interações discursivas. I.  
Giordan, Marcelo, orient.**

**GOMES, Gabriel Saraiva. Aspectos discursivos e contextuais da problematização no ensino de Química sob uma perspectiva sociocultural.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Educação.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a): \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof(a). Dr(a): \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof(a). Dr(a): \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_



## **Agradecimentos**

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo Giordan por todo o percurso que trilhamos juntos ao longo dos últimos quatro anos, pelas orientações acadêmicas, profissionais e pessoais, e acima de tudo por me fazer enxergar um potencial próprio que há tanto eu não sabia que possuía.

Aos meus amados pais, Arlete e Delaíde, por todos os seus esforços para que eu tivesse acesso a uma boa educação, por me mostrarem o valor do conhecimento e também por me aceitarem, me respeitarem e me encorajarem em todos os caminhos da minha vida.

Às minhas queridas amigas, Amanda e Mariana, que desde a infância e mesmo que algumas vezes distantes, dividem comigo sonhos, planos, tristezas e conquistas.

Aos Profs. Drs. Marcelo Giordan, Nilson Machado, Ivã Gurgel e Valdir Barzotto pelo aprendizado e pelas discussões realizadas nas disciplinas das quais fui discente durante o curso do mestrado.

À Profa. Dra. Salete Queiroz e ao Prof. Dr. Eduardo Mortimer pelos apontamentos feitos no exame de qualificação.

Aos membros e ex-membros do Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas (LAPEQ): Adriana, Alexandre, Arcenira, Diane, Luís Felipe, Mário Alexandre, Nicole e Ricardo, por todo o auxílio e discussões ao longo desses anos. Agradecimentos especiais ao querido amigo Arcelino pela assistência durante a execução da pesquisa e pelas divertidas viagens matinais a Embu das Artes, e às queridas amigas Emmanuela, Évelin e Raquel por toda a parceria, diversão e suporte emocional que vivenciamos juntos.

À professora que colaborou com nosso grupo para a construção dos dados desta pesquisa por ter se voluntariado e aberto as portas de sua sala de aula e por ser um exemplo de profissional que tomarei para a minha carreira docente.

À Profa. Dra. Maria Terêsa Machini, do Instituto de Química da USP, que assistiu os meus primeiros passos pela carreira científica e se tornou uma grande amiga e conselheira para a vida. Um agradecimento também aos amigos do Laboratório de Química de Peptídeos (LQP) que

acompanharam e participaram da minha iniciação científica: Cléber, Dóris, Marcos, Nancy, Thaís, Thaina e Vitor.

A todos/as aqueles/as que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos/as aqueles/as que lutam pela educação pública emancipadora e de qualidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela bolsa de financiamento à pesquisa e à Pró-Reitoria de Pós-Graduação da Universidade de São Paulo (PRPG/USP) pela bolsa do Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE).

*“O sentido do fluir do rio não é que todas as coisas mudam de modo que não as encontremos duas vezes, mas que algumas coisas permanecem as mesmas apenas pela mudança”* – citação creditada ao filósofo Heráclito e extraída do filme *“Call me by your name”* de Luca Guadagnino, baseado no romance homônimo de André Aciman.



## Resumo

GOMES, Gabriel Saraiva. **Aspectos discursivos e contextuais da problematização no ensino de Química sob uma perspectiva sociocultural**. 2020. 235 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2020.

Este trabalho tem como base a noção de problema sob a perspectiva sociocultural e objetiva caracterizar as estratégias discursivas mobilizadas por uma professora de Química para efetuar o processo de problematização sociocientífica de uma sequência didática (SD) elaborada com base no Modelo Topológico de Ensino (MTE). Para isso, utilizamos o termo “problema sociocientífico” como forma de aproximar as esferas social e científica em sala de aula de modo que situações de relevância para os/as estudantes sejam estudadas e apropriadas por eles/as. Sendo assim, para que tais objetivos sejam cumpridos, exige-se dos professores uma estruturação de planos de ensino que ditem de forma sistematizada as atividades em sala de aula. Assim, propomos o MTE como ferramenta teórica e metodológica de planejamento de ensino segundo o qual o problema, definido com uma questão desencadeadora que estrutura a narrativa do professor em sala de aula, funciona como elemento articulador dos eixos estruturantes do modelo – atividade, conteúdo e tema. Para analisar, portanto, as características discursivas da problematização, utilizamos a elaboração de uma SD como desenho metodológico para produção de dados para a pesquisa. O tratamento dos dados foi efetuado com base na metodologia de mapeamento multinível para a seleção de episódios de ensino referentes ao movimento de problematização que estruturou a sequência e análise de suas respectivas características discursivas. De forma geral, nossos resultados demonstraram que houve uma dinâmica de ocorrência de propósitos e contextos discursivos ao longo das aulas para subsidiar a problematização, sendo que, para a apresentação do problema, observamos uma maior abertura às ideias dos alunos e ao longo da sua resolução e conclusão um discurso mais direcionado pela professora de modo a efetuar transições entre atividades e relacionar o problema aos conteúdos químicos estudados. Observamos também nas diferentes fases da problematização tensões discursivas suscitadas por deslocamentos contextuais mobilizados para a construção da problematização.

**Palavras-chave:** Problema, problematização, Modelo Topológico de Ensino, sequências didáticas, interações discursivas.

## **Abstract**

GOMES, Gabriel Saraiva. **Discursive and contextual aspects of the problematization in Chemistry teaching from a sociocultural perspective.** 2020. 235 p. Dissertation (Master) - School of Education, University of São Paulo, 2020.

This work is based on the notion of problem under the sociocultural perspective and aims to characterize the discursive strategies performed by a Chemistry teacher to structure the process of socioscientific problematization of a didactical sequence (DS) based on the Topological Model of Teaching (TMT). To do so, we chose the term socioscientific issue (SSI) as a way to bring the social and scientific spheres closer to the classroom by the proposition of relevant themes which will be studied and appropriated by the students. Therefore, in order to achieve these goals, teachers are required to structure teaching plans that systematically dictate classroom activities. Thus, we propose the TMT as a theoretical and methodological tool for teaching planning according to which the problem, defined as a triggering question that structures the teacher's narrative in the classroom, functions as an articulating element of the structuring axes of the model - activity, content and theme. Therefore, to analyse the discursive characteristics of the problematization, we used the production of a DS as a methodological design for data production for the research. The data treatment was based on the multilevel mapping methodology for the selection of teaching episodes related to the problematization movement that structured the sequence and analysis of their respective discursive characteristics. In general, our results showed that there was a dynamic occurrence of purposes and discursive contexts throughout the classes to support the problematization. For the problem presentation, we observed a greater openness to the students' ideas, and throughout its resolution and conclusion, a directed discourse by the teacher in order to make transitions between activities and to relate the problem to the chemical contents. We also observed in different phases of the problematization discursive tensions raised by contextual displacements that were mobilized for the construction of the problematization.

**Keywords:** Problem, problematization, Topological Model of Teaching, didactical sequences, discursive interactions.

## Lista de Abreviaturas e Siglas

A	Avaliação
AC	Apresentar conteúdos
AP	Apresentar problematização
At	Atividade
CA	Concluir a aula
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTSA	Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente
DC	Discutir conteúdos
DCP	Discutir conteúdo e problematização
DP	Discutir problematização
EAR	Elaboração, aplicação, reelaboração
Ep	Episódio
ESC	Explorar simulação relacionada ao conteúdo
F	Feedback
FE	Fazer encaminhamentos
FEUSP	Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo
I/A	Interativo e De Autoridade
I/D	Interativo e Dialógico
Ies	Iniciação de escolha
Imp	Iniciação de metaprocesso
Ipc	Iniciação de processo
Ipd	Iniciação de produto
LAPEQ	Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MS	Ministério da Saúde
MTE	Modelo Topológico de Ensino
N/A	Não Interativo e De Autoridade
N/D	Não Interativo e Dialógico
OA	Orientar a atividade
OC	Observar campo
ONU	Organização das Nações Unidas
PBL	<i>Problem-based Learning</i>
Res	Resposta de escolha
Rmp	Resposta de metaprocesso
Rpc	Resposta de processo
Rpd	Resposta de produto
RC	Revisar conteúdo
REC	Realizar experimento relacionado ao conteúdo
RECP	Realizar experimento de articulação entre conteúdo e problematização
RExC	Realizar exercício relacionado ao conteúdo

RExCP	Realizar exercício de articulação entre conteúdo e problematização
RP	Retomar problematização
S	Síntese da interação
Sabesp	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SD	Sequência(s) didática(s)
SDi	Sequência discursiva
Si	Sem interação
SNCT	Semana Nacional de Ciência e Tecnologia
TALIS	<i>Teaching and Learning International Survey</i>
Tv	Troca verbal
USP	Universidade de São Paulo

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Modelo de alfabetização científica funcional para o Ensino de Ciências.....	38
<b>Figura 2.</b> Reestruturação dos elementos constituintes do MTE de acordo com a inserção do problema sociocientífico.....	47
<b>Figura 3.</b> Organização dos sistemas de atividade que constituem o processo EAR de SD. ....	52
<b>Figura 4.</b> Desenho curricular baseado no MTE. ....	58
<b>Figura 5.</b> Esquema ilustrativo da Metodologia de Segmentação Multinível para construção dos dados. ....	59
<b>Figura 6.</b> Organização do desenho metodológico da pesquisa com destaque para suas fases, instrumentos de coleta de dados e ações de pesquisa.....	60
<b>Figura 7.</b> Mapa da localização da Bacia Hidrográfica do Pirajussara no município de Embu das Artes (SP). O mapa esverdeado na região superior representa o mapa físico do município. ....	81
<b>Figura 8.</b> Ocupação das margens do córrego Pirajussara ao longo do tempo no bairro Santo Eduardo (Embu das Artes, SP).....	82
<b>Figura 9.</b> Diagrama de codificação de atividades, propósitos e abordagens comunicativas para a primeira parte das aulas 1 e 2. ....	96
<b>Figura 10.</b> Diagrama de codificação de atividades, propósitos e abordagens comunicativas para a segunda parte das aulas 1 e 2.....	96
<b>Figura 11.</b> Diagrama de codificação de atividades, propósitos e abordagens comunicativas para a terceira parte das aulas 1 e 2.....	98
<b>Figura 12.</b> Diagrama de codificação de atividades, propósitos e abordagens comunicativas das aulas 3 e 4.....	98
<b>Figura 13.</b> Diagrama de codificação de atividades, propósitos e abordagens comunicativas das aulas 5 e 6.....	101
<b>Figura 14.</b> Diagrama de codificação de atividades, propósitos e abordagens comunicativas das aulas 7 e 8.....	104
<b>Figura 15.</b> Diagrama de codificação de atividades, propósitos e abordagens comunicativas das aulas 9 e 10.....	106
<b>Figura 16.</b> Diagrama de codificação de atividades, propósitos e abordagens comunicativas das aulas 11 e 12.....	109
<b>Figura 17.</b> Diagrama de codificação de atividades, propósitos e abordagens comunicativas das aulas 13 e 14.....	112

## Lista de Gráficos

<b>Gráfico 1.</b> Distribuição de classes de propósitos no plano documental da SD. ....	85
<b>Gráfico 2.</b> Distribuição das abordagens comunicativas no plano documental da SD.....	87
<b>Gráfico 3.</b> Porcentagem de co-ocorrência entre propósitos e abordagens comunicativas no plano documental da SD. ....	88
<b>Gráfico 4.</b> Distribuição de classes de propósitos na aplicação da SD.....	89
<b>Gráfico 5.</b> Distribuição das abordagens comunicativas na aplicação da SD.....	91
<b>Gráfico 6.</b> Porcentagem de co-ocorrência entre propósitos e abordagens comunicativas na aplicação da SD. ....	92

## Lista de Quadros e Tabelas

<b>Quadro 1.</b> Classes de propósitos das atividades e abordagens comunicativas selecionadas para o mapeamento documental e da aplicação da SD. ....	77
<b>Quadro 2.</b> Quadro analítico com categorias de análise do contexto comunicacional da sala de aula. ....	119
<b>Quadro 3.</b> Sinais utilizados nas transcrições dos áudios dos episódios. ....	120
<b>Quadro 4.</b> Transcrição do episódio A1_Ep18: “Eu quero saber do ponto de vista químico”. .....	121
<b>Quadro 5.</b> Transcrição do episódio A2_Ep04: “Largados e pelados”. ....	129
<b>Quadro 6.</b> Transcrição do episódio A2_Ep14: “De onde vêm os sais minerais?”. ....	135
<b>Quadro 7.</b> Transcrição do episódio A3_Ep06: “Pensa um pouquinho nisso!”. ....	140
<b>Quadro 8.</b> Transcrição do episódio A4_Ep05: “Pra onde vão os sais?”. ....	145
<b>Quadro 9.</b> Transcrição do episódio A5_Ep08: “Mas o cloreto vem do lixo?”. ....	148
<b>Quadro 10.</b> Transcrição do episódio A6_Ep08: “Tem que comparar toda a ficha”. ....	154
<b>Quadro 11.</b> Transcrição do episódio A7_Ep12: “Se cada coisa estivesse no seu lugar...”...	160
<b>Tabela 1.</b> Dados de caracterização sociocultural dos estudantes participantes da pesquisa. ..	69



## Sumário

<b>Introdução</b> .....	<b>23</b>
<b>Capítulo 1: A Abordagem de Problemas no Ensino de Ciências</b> .....	<b>29</b>
1.1 A Noção Epistemológica de Problema na Ciência.....	29
1.2 A Abordagem de Problemas no Âmbito da Didática das Ciências .....	31
1.3 Os Problemas Sociocientíficos no Ensino de Ciências.....	35
1.4 Síntese.....	39
<b>Capítulo 2: Os Problemas Sociocientíficos em uma Perspectiva Sociocultural de Planejamento de Ensino</b> .....	<b>41</b>
2.1 A Noção de Problema na Perspectiva Sociocultural .....	41
2.2 A Teoria da Ação Mediada e o Modelo Topológico de Ensino .....	43
2.3 O Problema como Elemento Articulador dos Eixos Estruturantes do MTE .....	45
2.4 As Propriedades da Ação Mediada e a Natureza do Problema .....	47
2.4.1 Contexto e Continuidade .....	48
2.4.2 Narrativa e Historicidade.....	49
2.4.3 Materialidade e Mediação .....	50
2.5 Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Processo de Elaboração-Aplicação-Reelaboração (EAR) de Sequências Didáticas (SD).....	51
2.6 Síntese.....	54
<b>Capítulo 3: Metodologia</b> .....	<b>57</b>
3.1 O MTE como Desenho Metodológico de Pesquisa.....	57
3.2 Caracterização do Cenário de Pesquisa .....	63
3.2.1 Caracterização da Escola .....	64
3.2.2 Caracterização da Professora.....	64
3.2.3 Caracterização dos Alunos .....	68

<b>Capítulo 4: Mapeamento da Sequência Didática “Você sabe o que tem na água do córrego Pirajussara?”</b> .....	71
4.1 Metodologia de Mapeamento em Multinível da SD .....	71
4.1.1 Propósitos das Atividades.....	73
4.1.2 Contexto Comunicacional .....	75
4.2 Aspectos do Tema Sociocientífico e da Problematização da SD.....	76
4.2.1 A Água como Proposta de Ensino numa Perspectiva CTSA .....	77
4.2.2 Políticas de Saneamento Básico e a Qualidade de Água.....	78
4.2.3 O Córrego Pirajussara: Das Características Geográficas à Ocupação Humana .....	80
4.3 Análise e discussão do mapeamento .....	83
4.3.1 Análise e Discussão de Aspectos Quantitativos do Mapeamento .....	84
4.3.2 Análise de Aspectos Qualitativos do Mapeamento.....	94
4.3.2.1 Aulas 1 e 2.....	94
4.3.2.2 Aulas 3 e 4.....	97
4.3.2.3 Aulas 5 e 6.....	100
4.3.2.4 Aulas 7 e 8.....	103
4.3.2.5 Aulas 9 e 10.....	105
4.3.2.6 Aulas 11 e 12 .....	108
4.3.2.7 Aulas 13 e 14 .....	111
4.4 Síntese.....	113
<b>Capítulo 5: Análise de Episódios Referentes à Problematização</b> .....	116
5.1 Descrição do Quadro Analítico dos Episódios.....	116
5.1.1 Caracterização do Contexto Comunicacional.....	117
5.1.2 Caracterização do Deslocamento Contextual .....	118
5.2 Análise de Episódios.....	119
5.2.1 Episódio 1: “Eu quero saber do ponto de vista químico”.....	120
5.2.2 Episódio 2: “Largados e pelados” .....	127

5.2.3 Episódio 3: “De onde vêm os sais minerais?” .....	134
5.2.4 Episódio 4: “Pensa um pouquinho nisso!” .....	138
5.2.5 Episódio 5: “Pra onde vão os sais?” .....	142
5.2.6 Episódio 6: “Mas o cloreto vem do lixo?” .....	147
5.2.7 Episódio 7: “Tem que comparar toda a ficha” .....	153
5.2.8 Episódio 8: “Se cada coisa estivesse no seu lugar...” .....	159
5.3 Síntese .....	165
<b>Considerações Finais</b> .....	168
<b>Referências</b> .....	177
<b>Apêndices</b> .....	185
Apêndice A - Plano de Ensino da SD “Você sabe o que tem na água do córrego Pirajussara?” .....	185
Apêndice B – Material Instrucional ao Aluno da SD “Você sabe o que tem na água do córrego Pirajussara?” .....	195
Apêndice C – Questionário de Caracterização Sociocultural dos/as Estudantes Participantes da Pesquisa .....	207
Apêndice D – Croqui com Esquema de Gravação do Laboratório Didático de Ciências ..	208
Apêndice E – Croqui com Esquema de Gravação do Laboratório de Informática .....	209
Apêndice F – Croqui com Esquema de Gravação da Sala de Vídeo .....	210
Apêndice G – Modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Destinado à Professora .....	211
Apêndice H – Modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Destinado aos/às Responsáveis pelos/as Estudantes .....	212
Apêndice I – Mapa Documental do Plano de Ensino da SD .....	213
Apêndice J – Mapa Multinível da Aplicação da SD .....	217
Apêndice K – Distribuição de Propósitos Específicos para o Plano Documental da SD...	227
Apêndice L - Distribuição de Propósitos Específicos para a Aplicação da SD .....	228
<b>Anexos</b> .....	229

Anexo A – Instrumento de Validação de Sequências Didáticas .....	229
Anexo B – Enquetes Baseadas no Questionário TALIS Utilizadas para a Caracterização do Perfil Docente .....	230

## Introdução

Uma característica do processo de educação dos sujeitos é a sua formação cidadã, aspecto imprescindível, num contexto democrático, para a participação ativa nas decisões públicas concernentes às diferentes esferas às quais está inserida a população. Ensinar Ciências não significa somente ensinar os sistemas conceituais, significa também ensinar a reconhecer a influência das decisões sociais e políticas sobre o conhecimento científico e as implicações para o meio ambiente dos produtos desenvolvidos nos laboratórios. Estas ideias, associadas à abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) para a educação científica (SANTOS E MORTIMER, 2000), são trazidas nas disciplinas de Metodologia de Ensino de Química I e II oferecidas pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP) e ministradas pelo Prof. Dr. Marcelo Giordan para iniciar com os/as discentes e futuros/as docentes a discussão de que formas tradicionais de ensino como a mera transmissão de conteúdos e execução algorítmica de exercícios não são maneiras efetivas de despertar o interesse dos/as alunos/as pela Ciência e auxiliá-los/as na sua aprendizagem.

Aliado às concepções da educação CTS, nas disciplinas, também é apresentado aos/às discentes o Modelo Topológico de Ensino (MTE; GIORDAN, 2013), uma ferramenta de planejamento de ensino construída a partir da Teoria da Ação Mediada (WERTSCH, 1998) cuja principal peculiaridade quando se pensa na elaboração de propostas de ensino é a estruturação de planos que contem com a problematização de um tema sociocientífico, os quais são levados à sala de aula na forma de sequências didáticas (SD), isto é, sequências de aulas com atividades estruturadas a partir da problematização inicial. De forma geral, o MTE é composto por três eixos estruturantes: atividades, conteúdo e tema sociocientífico, que são articulados por um problema colocado no início de uma SD, cuja resolução ocorre ao longo da sequência. Ao processo de resolução do problema da SD corresponde a problematização, que funciona como fio de tessitura sobre o qual são conectadas as diferentes atividades da SD e os conteúdos científicos relacionados.

Assim, quando fui discente das disciplinas no ano letivo de 2016, tive a oportunidade de desenvolver uma SD com base na polêmica da liberação da fosfoetanolamina no Brasil entre os anos de 2015 e 2016, substância ativa da chamada “Pílula do Câncer” e que ganhou destaque ao ser considerada como promessa milagrosa para a cura da doença. Baseados nos princípios do MTE e junto de três colegas, elaboramos uma proposta na qual foi possível problematizar não o funcionamento da droga em si, visto que este aspecto não era consenso nem mesmo dentro

da comunidade científica, mas a forma como a ação das pílulas contendo a fosfoetanolamina era veiculada pela grande mídia, chamando atenção para dilemas éticos vivenciados pela Ciência e aspectos dos textos de divulgação científica (GIORDAN *et al.*, 2019). Desta forma, perto à conclusão de meu curso de Licenciatura em Química tive meu interesse despertado pelas potencialidades do MTE como referencial teórico e metodológico de planejamento de ensino, aspecto que me motivou a retomar o contato com meu orientador e conhecer a pesquisa em Ensino de Ciências.

Então, no ano de 2017, durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) produzida pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) teve início a pesquisa que será apresentada ao longo deste texto. Na última semana do mês de outubro de 2017, período no qual ocorreu a SNCT, diversas instituições de pesquisa e universidades públicas organizaram eventos de divulgação científica e tecnológica, e a Universidade de São Paulo (USP) também participou do evento, produzindo a Semana USP de C&T 2017. Seguindo a proposta do evento, os diversos institutos componentes da universidade organizaram atividades para recepção de estudantes e do público em geral. A partir deste evento, o Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas (LAPEQ) da FEUSP organizou uma oficina chamada “Você sabe o que tem na água do córrego Pirajussara?” e a ofertou durante os três últimos dias da SNCT (24, 25 e 26 de outubro de 2017) para três diferentes escolas públicas. Vale citar que a oficina foi planejada a partir da adaptação da primeira versão da SD intitulada “Você sabe o que tem na água da sua escola?” cujo objetivo era analisar a qualidade da água de um lago naturalmente presente no terreno de uma escola e que foi desenvolvida durante meu período de iniciação científica, sendo aplicada em uma escola pública parceira de nosso grupo, localizada na Zona Leste de São Paulo (SP).

Previamente à aplicação, a oficina foi divulgada para que coordenadores/as pedagógicos/as e/ou professores/as pudessem efetuar inscrições. Nessa fase, uma professora de Química de uma escola pública do município de Embu das Artes, região metropolitana de São Paulo (SP), entrou em contato diretamente conosco para demonstrar seu interesse em participar da oficina e afirmou que gostaria de desenvolver projetos relacionados à temática “água”. Esse fato despertou nossa atenção por dois motivos: o primeiro, o engajamento prévio da professora em conhecer as pesquisas do nosso grupo, e o segundo, o fato de que a nascente do córrego Pirajussara se localiza em Embu das Artes, dessa forma, desenvolver uma SD sobre qualidade de água em uma escola do município que abriga a nascente do alvo das análises seria uma ótima oportunidade de estudar problemas concretos para os/as alunos/as e sua importância para o ensino de Química.

Recebemos no segundo dia de oferta da oficina a professora de Química, Áurea<sup>1</sup>, juntamente com os professores de Biologia e Geografia e os alunos/as das turmas do 9º ano do Ensino Fundamental e das 1ª e 2ª séries do Ensino Médio. Além do interesse da turma pelas atividades realizadas na oficina, estabelecemos um forte vínculo com Áurea, que reafirmou ao final da oficina sua vontade de colaborar com nosso grupo. Assim, no final do ano letivo de 2017 visitamos a escola, reunimo-nos com a professora Áurea e a coordenação pedagógica e apresentamos a proposta de aplicar uma SD no ano letivo de 2018, que foi prontamente aceita pela professora e pelos coordenadores.

Neste ponto inicial, já havíamos decidido o foco do projeto, isto é, o trabalho com a análise da qualidade da água e a problematização das políticas de saneamento básico, e a produção de uma SD para a coleta de dados. No entanto, àquele momento ainda não estava definido o que de fato seria o objeto de estudo de nossa pesquisa. Então, na fase de aplicação da SD na escola e registro audiovisual das aulas da sequência observamos a maestria com que Áurea articulava os diferentes conceitos químicos ao problema inicialmente proposto, ou seja, a análise da qualidade da água do córrego Pirajussara.

Em consequência disso, definimos a partir da performance da professora o nosso problema de pesquisa: se existe, de acordo com os pressupostos do MTE, um processo de problematização ao longo do desenvolvimento das aulas de uma SD, o que corresponde à resolução de um problema, quais seriam, então, sua natureza e função no planejamento de ensino? Mais ainda, se as aulas de uma SD são planejadas com o fim de propor e resolver um problema, qual é a ação do/a professor/a em sala de aula para promover o processo de problematização? E por fim, dada a base sociocultural do MTE, que preconiza a constante interação entre os sujeitos e a mobilização da linguagem falada como forma primária de mediação das relações que se estabelecem no plano social da sala de aula, quais são as características do discurso que se desenvolve para a estruturação do processo de problematização?

Quando pensado no âmbito do Ensino de Ciências, o termo problematização pode assumir diferentes sentidos: Delizoicov (2001) caracteriza-o como o confronto entre as ideias prévias dos/as alunos/as sobre um determinado conceito científico e o conceito em si; Nery e Maldaner (2012) por sua vez o caracterizam como a aproximação entre os conteúdos científicos e a realidade vivenciada pelos/as estudantes; já Machado, Marques e Silva (2016) o trazem como elemento que estrutura os currículos de Ciências. Embora com diferentes perspectivas,

---

<sup>1</sup> Nome fictício.

um consenso que pode ser encontrado entre os autores citados é o fato de que problematizar significa criar problemas que engajem os/as alunos/as a aprenderem Ciências, desta forma, os problemas assumem um importante papel na gênese dos conceitos científicos em sala de aula e deve ser investigado como eles podem auxiliar na promoção da aprendizagem e na organização do ensino.

Dada a base sociocultural do MTE, fundamentada nas ideias de Vigotski (2001), é possível encontrar na leitura do autor a ideia de que é a partir da resolução de problemas que se cria a necessidade de produção de novos signos, bem como sua internalização (GEHLEN E DELIZOICOV, 2012). Sendo assim, quando um problema é trazido aos/às alunos/as o propósito do/a professor/a é suscitar a necessidade de um novo signo, qual seja, um novo conceito científico, para sua resolução, logo, antes mesmo de ser trazido, o problema deve ser pensado e estruturado pelo/a professor/a para que se torne um meio para que ocorra a aprendizagem de novos conceitos. Gehlen e Delizoicov (2011) investigaram as interpretações para a função do problema no Ensino de Ciências a partir de pesquisas com referencial vigotskiano e verificaram que ao estruturar propostas de ensino baseadas em problemas os pesquisadores seguiam duas vias: em uma, elaboravam os problemas a partir dos conceitos científicos que deveriam ser ensinados (abordagem conceitual), já em outra, é a partir de um problema previamente estruturado que os conceitos necessários para sua resolução são ensinados (abordagem temática). Num estudo subsequente (GEHLEN E DELIZOICOV, 2013), os mesmos autores puderam verificar que embora houvesse duas abordagens, a conceitual ainda prevalecia.

De acordo com os pressupostos do MTE, o processo de problematização, isto é, a proposição e resolução de um problema, é responsável por articular os seus eixos (atividade, conceito, tema sociocientífico), assim, diferentemente da tendência apontada anteriormente, podemos perceber uma abordagem temática na elaboração dos problemas e, ademais, este aspecto é confirmado pelo adjetivo “sociocientífico” que introduzimos neste ponto ao lado do termo problema. Quando se coloca como eixo estruturante do planejamento de ensino o tema sociocientífico, verifica-se a tentativa de aproximar o mundo social, do qual os/as alunos/as fazem parte, do mundo científico, desta forma, para subsidiar o estudo dos conteúdos e articular as diferentes atividades de ensino, temos pelo modelo a proposição de um problema sociocientífico, que reúne em si as características de ambas as dimensões para que os/as alunos/as deem sentido àquilo que estudam.

A opção pelo termo “problema sociocientífico” foi feita na tentativa de estabelecer um diálogo entre nosso referencial e aquele concebido segundo os pressupostos CTSA e

amplamente divulgado ao longo das duas últimas décadas como a abordagem de *sociocientific issues*, expressão que pode ser traduzida como problemas ou questões sociocientíficas, assim, poderemos explorar pontos de aproximação e distanciamento entre a concepção de problema sociocientífico proposta nos termos da educação CTSA e aquela que trazemos pautada no referencial sociocultural do MTE.

Na literatura da Educação em Ciências, os problemas sociocientíficos podem ser definidos como questões controversas e de complexa resolução que “abrangem aspectos multidisciplinares que, na maior parte das vezes, estão carregados de valores (éticos, estéticos, ecológicos, morais, educacionais, culturais e religiosos) e são afetados pela insuficiência de conhecimentos” (MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012, p. 59).

Como demonstram Pansera e Carvalho (2017) e Krupczak e Aires (2019), no Brasil, as pesquisas realizadas com base nos problemas sociocientíficos começaram a ter destaque a partir do ano de 2010, configurando-se como um campo de pesquisa recente no país, além disso, sua concentração está nas universidades da região sudeste devida à maior destinação de verba para as instituições aqui localizadas. Com relação aos temas, Krupczak e Aires (2019) e Martins *et al.* (2019) apontam que as questões trabalhadas majoritariamente nas propostas de ensino têm como base a saúde humana, o meio-ambiente e os recursos energéticos. Já com relação às estratégias de ensino mobilizadas para o estudo dos problemas sociocientíficos, Sousa e Gehlen (2017, p. 16) enumeram como principais: a discussão de textos de referência extraídos de livros didáticos ou da mídia ou também de produções audiovisuais, como filmes e documentários; a realização de pesquisas em grupo e debates em sessão com toda a classe; e a execução de júris simulados e *role playing games* (RPG).

As revisões acerca das pesquisas sobre problemas sociocientíficos também mostram consensos e limitações existentes na área. Sousa e Gehlen (2017), apontam que existe um consenso quanto ao referencial teórico utilizado nas pesquisas, sendo que Martins *et al.* (2019) destacam a predominância de referenciais norte-americanos e europeus. Como limitações, podem ser listadas as seguintes: Martins e Silva (2017), em sua análise de planos de ensino de licenciandos em Biologia, apontam a necessidade de se introduzir discussões acerca de problemas sociocientíficos durante a formação inicial para que esse aspecto comece a ser levado em conta pelos/as futuros/as docentes ao elaborarem suas propostas de ensino; Sousa e Gehlen (2017), colocam a necessidade de uma debate teórico sobre os problemas sociocientíficos como recursos didáticos, objetos de aprendizagem ou elementos estruturantes de currículos; Dionor *et al.* (2019) trazem que mais propostas pautadas no desenvolvimento da argumentação e da ação sociopolítica devem ser pensadas e elaboradas; e Krupczak e Aires (2019) citam

novamente a preocupação com a formação inicial de professores para suscitar a elaboração e aplicação de mais propostas de ensino pautadas em problemas sociocientíficos. Desta forma, pode-se perceber dentro da comunidade acadêmica um movimento intenso de estudo dos problemas sociocientíficos em sala de aula, sobretudo com relação à sua função no processo de ensino-aprendizagem e ao processo de planejamento com base nos respectivos problemas.

Visamos em nossa pesquisa utilizar o MTE como referencial teórico de planejamento de ensino de modo a verificar, por meio das interações discursivas entre a professora Áurea e os/as alunos, como se dá em sala de aula o processo de problematização no qual é proposto, discutido e resolvido um problema sociocientífico, que será definido em termos da perspectiva sociocultural que dá base para a estrutura teórica do modelo.

Feitas as considerações acima, colocamos como *objetivo geral* de nossa pesquisa *caracterizar, em termos de abordagem comunicativa, padrão de interação e deslocamentos contextuais, as estratégias discursivas mobilizadas por uma professora de Química para construir a problematização sociocientífica de uma sequência didática (SD)*. Como *objetivos específicos* apontamos: caracterizar, em termos teóricos, o processo de problematização suscitado pelo Modelo Topológico de Ensino (MTE); produzir, aplicar e analisar uma SD com base no MTE; e estudar as dinâmicas discursiva, dos propósitos das atividades desenvolvidas em sala de aula e dos deslocamentos contextuais com foco na problematização.

Para tanto, nosso texto está organizado em cinco capítulos: no Capítulo 1 será discutida a noção de problema nos âmbitos da epistemologia e da didática das Ciências, com destaque para metodologias de ensino baseadas na proposição e resolução de problemas; no Capítulo 2 apresentaremos como a noção de problema pode ser concebida à luz do MTE e o processo de produção de SD com base no modelo; no Capítulo 3 serão apresentados o desenho metodológico adotado para a pesquisa e a caracterização do seu contexto de execução; no Capítulo 4 traremos os mapeamentos do plano de ensino e do registro audiovisual da SD com vistas à análise panorâmica das aulas; e no Capítulo 5 serão analisados episódios relacionados à problematização para caracterização das interações discursivas. Por fim, traremos considerações finais com a síntese das principais ideias do texto, as contribuições da pesquisa e perspectivas futuras.

## **Capítulo 1: A Abordagem de Problemas no Ensino de Ciências**

À noção de problema quando pensada no âmbito do Ensino de Ciências podem ser atribuídos diversos sentidos. Numa perspectiva mais tradicional, ele pode ser considerado um exercício que deverá ser resolvido pelo/a estudante ao final de uma aula para aplicação dos conteúdos estudados; também pode ser considerado uma situação instigante que promova o desenvolvimento do senso investigativo para perseguir uma resposta; ou também uma questão vivenciada pelo/a aluno/a em seu contexto extraescolar que será devidamente contextualizada na sala de aula para o desenvolvimento de conceitos científicos.

Principalmente as duas últimas noções citadas se alinham a perspectivas epistemológicas que consideram o problema como ponto de partida para a produção científica. Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002) além de destacarem o papel do problema como elemento impulsionador da produção de novos conhecimentos, transpõem-no para a sala de aula e afirmam que ele atua como fio de tessitura das atividades realizadas no âmbito didático para a formalização dos conteúdos científicos. Assim, percebe-se que a teoria que embasa a proposição e resolução de problemas além de ser fundamentada em termos epistemológicos que estudam a natureza e processo de produção da Ciência, leva a proposições didáticas que fomentam a adoção dessa prática na sala de aula.

Desta forma, para iniciar a elaboração teórica que fundamenta nosso trabalho, o primeiro capítulo está dividido em quatro seções: na primeira, apresentaremos como a noção de problema é tratada por diferentes correntes epistemológicas quando se pensa no processo de produção de conhecimento; na segunda, serão apresentados exemplos de abordagens pautadas em um viés conceitual de proposição e resolução de problemas com suas diferentes concepções e modelos de aplicação; na terceira, apresentaremos e discutiremos o referencial relacionado aos problemas sociocientíficos na educação científica, caracterizando-os teoricamente e enumerando os objetivos de sua utilização em sala de aula; e para concluir, na quarta seção tecemos uma síntese das ideias trazidas no capítulo e encaminhamentos para o segundo.

### **1.1 A Noção Epistemológica de Problema na Ciência**

O termo problema é inserido no contexto das práticas de ensino por conta das implicações que essa noção tem no campo da epistemologia das Ciências como questão motivadora para o desenvolvimento de novos conhecimentos. Já escrevia Bachelard (1977) em sua corrente racionalista da filosofia da Ciência:

Antes de tudo o mais, é preciso **saber formular problemas**. E seja o que for que digam, na vida científica, **os problemas não se apresentam por si mesmos**. É precisamente esse sentido do problema que dá a característica do genuíno espírito científico. Para um espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma questão. Se não houve questão, não pode haver conhecimento científico. Nada ocorre por si mesmo. Nada é dado. Tudo é construído (BACHELARD, 1977, p. 148 *apud* DELIZOICOV, 2001; grifo nosso).

Assim, para o epistemólogo francês, o problema é uma questão devidamente formulada pelo/a cientista que buscará ser respondida e desta forma proporcionará a proposição e desenvolvimento de novos conceitos.

O húngaro Lakatos (1998), proponente da metodologia dos programas de investigação, também defende a ideia de que a Ciência se constrói com base na proposição e resolução de problemas:

De acordo com a minha metodologia, as grandes realizações científicas são programas de investigação que podem avaliar-se em termos de **alterações progressivas e degenerativas de problemas**; e as revoluções científicas consistem na substituição (ultrapassagem no processo) de um programa de investigação por outro. [...] A unidade básica da apreciação não deve ser uma teoria isolada ou uma conjunção de teorias, mas sim um programa de investigação, com um centro firme convencionalmente aceite (e deste modo mercê de uma decisão provisória irrefutável) e com uma **heurística positiva que define os problemas**, esboça a construção de uma cintura de hipóteses auxiliares, prevê anomalias e transforma-as vitoriosamente em exemplos, tudo de acordo com um plano pré-concebido (LAKATOS, 1998, p. 31, grifo nosso).

Para Lakatos, a Ciência é construída a partir de programas de investigação que são constituídos por um núcleo duro na forma de uma questão central rodeada por um cinturão de hipóteses e procedimentos empíricos para sua resolução. Nessa metodologia, Lakatos aponta que é preciso saber formular problemas que sejam resolvidos de acordo com as proposições que originam o avanço de um programa de pesquisa (a “heurística positiva”). Novamente, o papel central do problema na Ciência é descrito por essa segunda corrente.

Outra referência para a discussão do papel do problema na Ciência é Thomas Kuhn (1975). O estadunidense desenvolveu sua corrente epistemológica baseada na alternância entre ciência paradigmática e revolução científica, sendo o primeiro período governado por um conjunto estável de problemas, práticas e teorias e o segundo pela instabilidade teórica causada por contradições internas ao paradigma anterior. É desta proposição que se firmou a base da resolução de problemas como exercícios estudados ao final de uma sequência de lições (Delizoicov, 2001). Tal qual a resolução padronizada de questões colocadas no interior de um paradigma, a apresentação de um exercício padrão ao final de uma aula promove o

desenvolvimento de um modelo paradigmático de Ciência que será apropriado e tomado como algoritmo pelos/as alunos/as para resolver exercícios relacionados ao mesmo conteúdo.

Mesmo defensores de correntes que enxergam o processo científico de forma distinta, não é de se negar que Bachelard, Lakatos e Kuhn se apoiam sobre uma base comum para o desenvolvimento do conhecimento científico: a de que tudo se dá a partir da proposição de problemas na forma de questões resultantes da necessidade dos/as cientistas em compreender os fenômenos do mundo. Assim, extrapolando essa ideia para o Ensino de Ciências, se colocamos como objetivo da educação científica que nossos/as alunos/as conheçam e se apropriem de práticas científicas, a inserção de atividades de proposição e resolução de problemas se torna fundamental para o desenvolvimento de seu pensamento científico.

## **1.2 A Abordagem de Problemas no Âmbito da Didática das Ciências**

Quando se pensa, então, no âmbito didático-pedagógico da noção de problema, variadas são as abordagens adotadas para o ensino com base na proposição e resolução de problemas. A mais clássica e amplamente difundida é a Aprendizagem Baseada em Problemas, do inglês, *Problem-based learning* (PBL), surgida ao final da década de 1960 e aplicada, fundamentalmente, para os cursos de graduação em Medicina. A PBL pode ser definida como “uma metodologia de ensino na qual o uso de casos clínicos é o ponto de partida para a aprendizagem, e é por meio do processo de trabalho com esses problemas que os/as estudantes adquirem o conhecimento e as habilidades necessárias para serem médicos/as” (ONYON, 2012, p. 22, tradução nossa).

De acordo com Barrows (1996), a PBL surgiu ao final da década de 1960, quando escola de formação médica da *McMaster University* (Canadá) passou a oferecer um novo desenho curricular para o curso de Medicina no qual os/as alunos/as efetuavam estudos de casos que incitavam a sua busca pelos conhecimentos necessários, fomentando sua autonomia e se mostrando como uma metodologia que despertava a motivação para estudo dos conteúdos e aproximava os/as médicos/as em formação da realidade com a qual iriam futuramente se deparar. Historicamente, o autor descreve que a partir da década de 1970 a PBL começou a ser aplicada como metodologia alternativa às disciplinas tradicionais em universidades canadenses e estadunidenses e se consolidou na década de 1980, chegando a ser adotada como integral em alguns cursos da área da Saúde. Barrows (1996, p. 10) acrescenta que a PBL a partir da década de 1990 passou a ser utilizada também em outras áreas de conhecimento, como o Direto e a Engenharia, e na educação básica, sendo integrada aos currículos de Ciências devido ao engajamento despertado nos/as alunos/as.

Alabanese e Mitchell (1993, p. 71) descrevem que os problemas trabalhados na PBL são selecionados a partir dos conteúdos médicos que devem ser aprendidos e correspondem a situações desafiadoras e adequadas ao nível de formação dos/as estudantes, baseadas em casos reais, que exigem ação responsável dos/as médicos e de caráter interdisciplinar. Usualmente, em uma sequência planejada a partir da PBL o problema é apresentado aos/às estudantes, que trabalham em grupos pequenos e supervisionados por um tutor, na forma de pequenos parágrafos descritivos, narrativas estruturadas ou até mesmo “simulações vivas”, com pacientes reais ou treinados e por meio de pesquisas em variadas fontes e discussões, os/as alunos/as aprendem os conteúdos necessários para a resolução do caso e ao final avaliam se as fontes utilizadas foram suficientes e se conseguiram o resolver de forma satisfatória. Dadas essas características, Barrows (1996) destaca que essa metodologia estimula a autorreflexão sobre a aprendizagem, o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas reais que serão enfrentados futuramente e a cooperação em equipe. Onyon (2012) acrescenta também a interação entre os pares para uma aprendizagem colaborativa e fundamentada no contexto da aplicação dos conhecimentos.

Uma segunda perspectiva que toma os problemas como base para a educação científica é aquela trazida por Gil-Pérez e Martínez-Torregrosa (1983), que tomam a proposição e resolução de Problemas Abertos, na forma de exercícios de “papel e lápis”, subsidiadas pela investigação científica. Como descrevem Gil-Pérez *et al.* (1992), os problemas que são usualmente apresentados aos/às estudantes são situações cuja solução está previamente definida e é conhecida pelo/a professor/a, que tem o objetivo de avaliar se os/as alunos/as, com base nos dados e informações contidas no enunciado do problema, conseguem chegar à resposta desejada. Os autores defendem que essa abordagem não é capaz de promover uma aprendizagem dos conceitos científicos de maneira efetiva, visto que leva os/as estudantes/as a um caminho de “operativismo”, no qual a resolução é efetuada de maneira mecânica e algorítmica, sem reflexão sobre o processo e pode ocasionar, inclusive, o desenvolvimento de erros conceituais. Além disso, os/as estudantes acabam tomando os problemas e sua respectiva resolução como exemplos e tendem a se desmotivar e desistir quando se deparam com problemas não formatados de acordo com aqueles previamente estudados.

Para romper com essa concepção, Gil-Pérez e Martínez-Torregrosa (1983) propõem o desenvolvimento de outros tipos de problemas, os chamados Problemas Abertos, que são definidos como situações sem solução pré-definida, com vários caminhos possíveis para resolução e sem a apresentação de dados. Assim, o processo de resolução de problemas proposto pelos autores é efetuado de forma crítica, reflexiva e investigativa, seguindo etapas

que se comparam à metodologia científica. Para tanto, a partir da proposição do problema, num primeiro momento é feita uma análise qualitativa da situação, na qual se cria uma imagem mental do fenômeno apresentado, e em seguida são propostas hipóteses para se chegar à solução do problema. Segundo os autores, diferentemente da abordagem tradicional na qual os dados apresentados são o ponto de partida, nesse novo modelo é a partir das hipóteses criadas que se inicia a resolução.

Após a proposição das hipóteses, os/as alunos/as sugerem diferentes estratégias para a resolução do problema, que é executada de maneira verbalizada e literal a fim de que seja possível verificar a consistência e aplicabilidade das estratégias bem como promover constantes retornos e reformulações. Então, após chegar ao resultado, este é avaliado à luz das hipóteses colocadas e finaliza-se com a síntese dos conhecimentos formulados. Gil-Pérez *et al.* (1992) destacam que na etapa de análise podem surgir novos problemas que posteriormente podem ser discutidos e utilizados para que se avance na formulação do conhecimento. Este modelo, conforme apontam Gil-Pérez *et al.* (1990), mostra-se como uma alternativa àquele habitualmente desenvolvido no sentido de promover uma educação científica que integre o desenvolvimento cognitivo e conceitual ao de noções epistemológicas sobre a investigação científica, transformando o processo de resolução de problemas em uma sequência semelhante àquela desenvolvida pelos cientistas em suas pesquisas.

E por fim, outra referência estudada são as proposições de problema e problematização feita por Delizoicov (2001). O autor descreve o problema como uma situação de estudo que deve ser proposta ao/a estudante, a qual, com base no confronto entre conceitos que ele/a traz de seu cotidiano e os conceitos cientificamente estabelecidos (o que ele caracteriza como problematização), fará surgir a necessidade de estudo e significação desses para a compreensão da situação inicialmente proposta e posterior resolução.

Nessa direção, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) propõem, com base nas ideias defendidas por Paulo Freire (2016), a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos como forma de ensinar os conceitos científicos, sobretudo os referentes à disciplina de Física. Freire (2016) traz a concepção de educação como um processo dialógico no qual os indivíduos são humanizados pelo reconhecimento e problematização do meio em que vivem. Para tanto, ao idealizar e aplicar uma metodologia de alfabetização de sujeitos trabalhadores, assim o fez seguindo três etapas: a primeira, o reconhecimento do contexto de vivência dos/as estudantes para identificar sua situação real e possíveis problemas; a segunda, o uso de palavras geradoras pertencentes ao universo semântico dos/as estudantes para se proceder com sua alfabetização;

e a terceira, com base em frases construídas a partir das palavras geradoras, auxiliar o/a estudante a reconhecer sua realidade e lutar para melhoria de suas condições.

A partir dessas três etapas, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) organizam os seus momentos pedagógicos da seguinte forma: a primeira etapa corresponde à Problematização Inicial, na qual se apresenta uma situação-problema aos estudantes e, por meio do levantamento de seus conhecimentos prévios, confrontam-se os conceitos cotidianos com os científicos fazendo surgir a necessidade de estudar de forma sistematizada os segundos; a segunda etapa é a Organização do Conhecimento, na qual a partir de uma série de atividades os/as estudantes auxiliados pelo/o professor/a têm contato com o conhecimento científico de forma a significar os conceitos relacionados à situação-problema; e na terceira etapa, a Aplicação do Conhecimento, são propostas novas situações-problemas para que o/a aluno/a aplique os conceitos desenvolvidos na segunda etapa em questões diferentes daquela inicialmente estudada.

As abordagens citadas anteriormente como exemplos estão pautadas na resolução de problemas a partir de um viés conceitual visto que a natureza e estruturação dos problemas criados são ditadas pelos conceitos científicos que devem ser aprendidos, relacionando-se com as correntes epistemológicas discutidas ao início pelo fato de o processo de significação de novos conceitos estar pautado em problemas que surgem no âmbito interno do conhecimento científico. Além disso, a orientação teórica associada à aprendizagem adotada por essas abordagens encontra sua base nas perspectivas construtivistas de mudança conceitual, sendo os conflitos cognitivos os responsáveis pela promoção da aprendizagem dos/as alunos/as.

Todavia, no campo da epistemologia também pode ser vista outra forma de tratamento dos problemas que são propostos para avanços no conhecimento. Um exemplo é a corrente denominada *Science studies*, que propõe uma lente externalista para a Ciência e considera, dentre outros, a influência das demandas sociais na produção científica. Como afirma Pestre (1996):

[...] a prática das ciências não é, talvez antes de tudo, uma atividade cognitiva que buscaria resolver enigmas, uma atividade que, bastante autônoma em relação a outras práticas sociais, progrediria pela resolução sucessiva de questões intelectuais. Claro, a controvérsia em torno de algum problema está eminentemente presente nas ciências, mas a dinâmica, a lógica de desenvolvimento dos domínios científicos a excede amplamente (PESTRE, 1996, p. 20).

O que o autor traz é que não se pode tomar por garantia que todos os problemas formulados pelos/as cientistas sejam integralmente baseados no conhecimento científico. Isso

significa considerar a influência de questões sociais no avanço da Ciência, desta forma, é de se esperar que à definição de Ciência que passa pela sala de aula também seja necessário inserir aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais, dentre tantos outros que se relacionam ao conhecimento científico estudado pelos/as alunos/as.

Diferentemente das abordagens baseadas na resolução de problemas apresentadas, trataremos agora uma outra perspectiva, baseada nos problemas sociocientíficos, na qual eles sejam os balizadores dos conceitos científicos que serão estudados por conta de serem originados de situações socialmente vivenciadas ou assistidas pelos/as estudantes. Isso não significa que as noções de problema até agora citadas não tenham como base o contexto social dos/as estudantes, pelo contrário, elas podem possuí-la, no entanto, enquanto aquelas trazem um aporte exclusivamente conceitual, a noção de problema que passamos a apresentar agora e que proporemos futuramente neste trabalho é tal que seja possível articular aos conceitos científicos as relações, implicações e tensões entre a Ciência e a Sociedade. Assim, a próxima seção se destina à apresentação e discussão das características dos problemas sociocientíficos e sua relevância para o Ensino de Ciências.

### **1.3 Os Problemas Sociocientíficos no Ensino de Ciências**

Os problemas sociocientíficos são situações que envolvem questões de interface entre a Ciência e a Sociedade, de caráter aberto e de complexa resolução, tais que, por se tratarem de conhecimentos científicos de fronteira, adquirem um caráter controverso e são veiculados à população em geral pelos meios de comunicação em massa (TV, Internet, rádio, jornais, revistas), gerando divisão de opiniões e julgamentos de valor (RATCLIFFE E GRACE, 2003; ZEIDLER, 2003; ZEIDLER E NICHOLS, 2009; MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012; MARTÍNEZ-PÉREZ E CARVALHO, 2012). Tais questões, devido à sua relevância e ampla circulação, se constituem como importantes propulsoras de práticas pedagógicas que visam o desenvolvimento moral dos/as estudantes associado à tomada de decisão, bem como o desenvolvimento de seu pensamento crítico e capacidade de argumentação, uma vez que se configuram como dilemas de caráter ético ou moral que exigem reflexão para a sua superação e resolução.

Mudanças climáticas, transgênicos, clonagem, uso de células tronco, armas nucleares, o genoma humano, produção e utilização de medicamentos, cosméticos, experimentação com animais, fertilização *in vitro*, uso de produtos químicos, dentre outros temas, abarcam questões sociocientíficas e socioambientais de notável impacto local e global (MARTÍNEZ-PÉREZ E LOZANO, 2013a, p. 28, tradução nossa).

Santos e Mortimer (2000) trazem que:

No contexto brasileiro, poderiam ser discutidos temas como: (1) exploração mineral e desenvolvimento científico, tecnológico e social [...]; (2) ocupação humana e poluição ambiental [...]; (3) o destino do lixo e o impacto sobre o ambiente [...]; (4) controle de qualidade dos produtos químicos comercializados [...]; (5) a questão da produção de alimentos e a fome que afeta parte significativa da população brasileira, a questão dos alimentos transgênicos; (6) o desenvolvimento da agroindústria e a questão da distribuição de terra no meio rural, custos sociais e ambientais da monocultura; (7) o processo de desenvolvimento industrial brasileiro [...]; (8) as fontes energéticas no Brasil, seus efeitos ambientais e seus aspectos políticos; (9) a preservação ambiental, as políticas de meio ambiente, o desmatamento (SANTOS E MORTIMER, 2000, p. 120).

O estudo dos problemas sociocientíficos no Ensino de Ciências surge no contexto do programa de pesquisa baseado nas *socioscientific issues* que marca uma reconfiguração da educação CTSA, como destacam Martínez-Pérez e Lozano (2013b). Os autores apontam que ao final da década de 1990 a linha de pesquisa estruturada a partir da abordagem CTSA já havia ganhado estabilidade e a comunidade acadêmica passou a dar atenção a uma face ainda não explorada até aquele momento: a dos valores. Como trazem Santos *et al.* (2011, p. 4), “a dimensão moral da educação deve fazer parte dos debates que cercam o ensino no mundo contemporâneo”, sendo que este aspecto antes era superado pelo esforço à promoção da inter-relação entre as esferas científica, tecnológica e social. Assim, observa-se a partir do início do século XXI uma preocupação com a inserção de discussões morais e éticas no Ensino de Ciências, característica que se deu pela proposição do estudo dos problemas sociocientíficos em sala de aula.

Assim como afirmado pelos autores acima, Pedretti e Nazir (2011) em sua extensa revisão bibliográfica sobre o movimento CTSA na educação científica, na qual elaboraram uma categorização sistematizada de correntes tipológicas para as práticas relacionadas à abordagem CTSA, colocam como ponto de inflexão às práticas originais baseadas no salvacionismo tecnológico e no uso da História das Ciências como elemento motivador o surgimento do estudo dos problemas sociocientíficos de modo a promover uma maior integração entre as diferentes esferas estudadas. Santos (2009), em sua perspectiva humanista para a educação científica, também aponta o estudo de problemas sociocientíficos para fomentar a sua proposição de questionamento da lógica capitalista e mercadológica de acesso à Ciência e Tecnologia e dominação sobre países subdesenvolvidos e emergentes pelos países desenvolvidos, inserindo um novo foco para a educação CTSA que é a problematização da própria realidade.

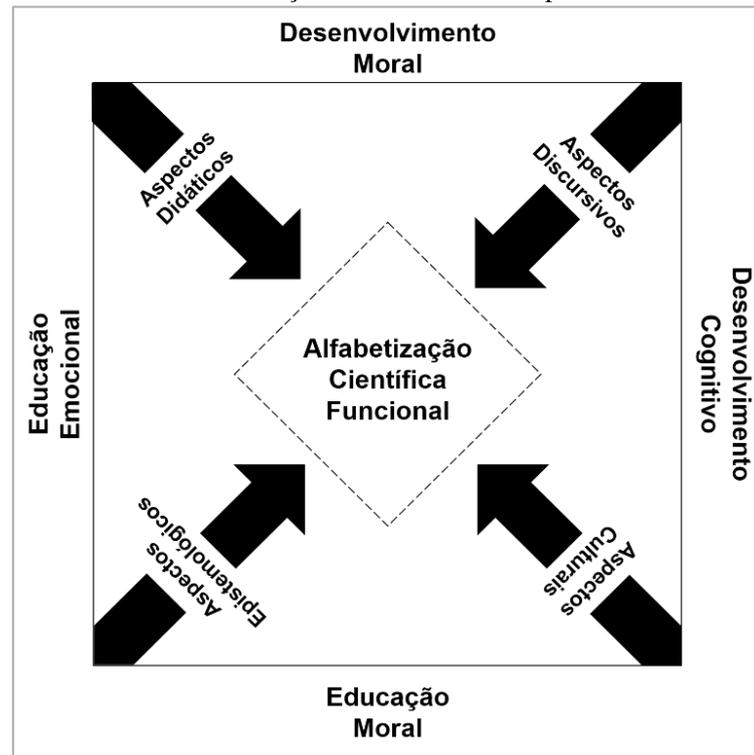
Um expoente na proposição e instituição dos problemas sociocientíficos na área de Ensino de Ciências é Dana Zeidler, que os trata como impulsionadores do que considera uma alfabetização científica funcional (ZEIDLER E KEEFER, 2003, p. 12; ZEIDLER, SADLER,

SIMMONS E HOWES, 2005). O modelo ilustrado na **Figura 1**, adaptado a partir daquele apresentado por Zeidler e Keefer (2003), inicia a partir dos objetivos da educação em geral, que seriam o desenvolvimento cognitivo e moral dos estudantes, a educação emocional e de suas crenças, e a educação moral para a formação de seu caráter, que constituem o quadrado externo na figura. Para os autores, o losango tracejado central é o objetivo geral da educação científica, a alfabetização científica funcional, que se caracteriza pela compreensão dos conceitos científicos e da natureza da Ciência e a emissão de juízos de valor sobre empreendimentos científicos.

Para atingir a alfabetização científica funcional, os autores propõem que o estudo de problemas sociocientíficos contempla aspectos epistemológicos, discursivos, culturais e didáticos responsáveis por fazer a conexão entre os objetivos gerais da educação e os objetivos da educação científica. Os aspectos epistemológicos dizem respeito à natureza da Ciência e são responsáveis por moldar a forma como os/as estudantes selecionam e avaliam a confiabilidade de dados e informações. Os aspectos discursivos estão relacionados aos processos de argumentação em sala de aula, sendo que o estabelecimento de diálogos é importante por promover uma construção conjunta de argumentos e refutações e auxiliar o processo de tomada de decisão. Os aspectos culturais estão ligados ao quadro de valores compartilhados por uma determinada comunidade, que irá influenciar nas decisões tomadas. Vale ressaltar que a dimensão cultural poderia ser expandida para a forma como se faz Ciência, aspecto que não é contemplado pelos autores. E por fim, os aspectos didáticos dizem respeito a estratégias de ensino que utilizam estudos de caso reais ou construídos para aproximar os/as alunos/as da Ciência Escolar.

Um dos pilares do movimento dos problemas sociocientíficos é o desenvolvimento moral dos/as estudantes de forma a propiciar momentos de tomada de decisão em sala de aula. Ratcliffe e Grace (2003, p. 118) caracterizam a tomada de decisão como um processo no qual os/as estudantes conciliam valores e conceitos científicos de forma a fazer uma escolha sobre a melhor ação a se tomar diante de uma situação controversa. Assim, é perceptível que a componente moral relacionada aos empreendimentos científicos é um ponto de destaque quando do estudo dos problemas citados.

**Figura 1.** Modelo de alfabetização científica funcional para o Ensino de Ciências.



Fonte: Adaptado e traduzido de Zeidler e Keefer (2003, p. 12).

Outro objetivo associado é o desenvolvimento do pensamento crítico. Jiménez-Aleixandre e Puig (2012), inspiradas nos ideais filosóficos de pensamento crítico propostos por Stephen Norris e na teoria crítica de Habermas, caracterizam o pensamento crítico em quatro componentes: a construção e uso de critérios racionais para avaliação de evidências, a disposição para questionar discursos de autoridade, a capacidade de elaborar opiniões independentes do grupo e a capacidade de questionar discursos que legitimam a inequidade social. Para as autoras, o desenvolvimento dessas características está ligado à discussão de problemas sociocientíficos em sala de aula, sobretudo, pois, devido à divisão de opiniões que lhes é associada por conta do sensacionalismo da mídia (RATCLIFEE E GRACE, 2003, p. 2-3), desenvolver a capacidade de avaliação de informações, questionamento de autoridade e comprometimento com a emancipação social é necessário e importante para construção do sujeito crítico e empoderado.

As discussões nos parágrafos anteriores assinalam muito bem as possibilidades didáticas e acadêmicas oferecidas quando do trabalho com problemas sociocientíficos em sala de aula. Primeiro, pois, como recurso didático, permite contemplar o desenvolvimento das diferentes naturezas de conteúdo em sala de aula: os conceituais, pela associação do estudo dos conceitos científicos ao problema para sua compreensão e posteriores encaminhamentos, os

procedimentais, por estimular a investigação científica e os processos de tomada de decisão, e os atitudinais, por favorecer o desenvolvimento de atitudes e valores nos/as estudantes. No campo acadêmico, as produções orais ou escritas dos/as estudantes sobre os temas trabalhados em sala de aula podem fornecer dados ricos para exploração do raciocínio que eles utilizam para emitir juízos de valor, bem como avaliar sua capacidade de pensamento crítico e as características discursivas dos processos de argumentação. Entretanto, o estudo de problemas sociocientíficos também apresenta possibilidades e limitações associadas à sua implementação em sala de aula.

Ratcliffe e Grace (2003) e Martínez-Pérez (2014) apontam dificuldades institucionais, curriculares e pedagógicas. No aspecto institucional, questões de tempo e gestão de sala de aula e a falta de integração entre professores de diferentes disciplinas são citados como fatores limitantes do desenvolvimento dos problemas sociocientíficos, principalmente pois a falta de integração prejudica a abordagem de seu caráter interdisciplinar. Com relação ao currículo, embora seja dada ênfase à abordagem CTSA no Ensino de Ciências, ainda há pouco espaço para a inserção de questões controversas nos currículos, o que reflete na falta de espaço também nas próprias escolas, que buscam seguir os documentos oficiais.

Com relação às limitações pedagógicas, uma das principais dificuldades alegadas pelos/as professores/as é a sua insegurança em lidar com assuntos controversos. Primeiro, pois isso exige a apropriação de saberes de diferentes áreas de conhecimento para uma compreensão integral do problema; segundo, porque sua discussão levantará uma infinidade de pontos de vista dos/as alunos, sendo o/a professor/a responsável por administrar o inevitável conflito que instaurar-se-á em classe; e terceiro, porque o/a próprio/a professor/a deve repensar sua posição na sala de aula, uma vez que ao lidar com controvérsias deverá estabelecer um equilíbrio entre a omissão de sua opinião (o que pode fazer com que os alunos o/a descaracterizem como um sujeito com seus próprios valores) e o seu total desvelamento (o que pode, em casos extremos, ser entendido, de forma negativa e descabida, como doutrinação; RATCLIFFE E GRACE, 2003; ZEIDLER E LEWIS, 2003). Todos esses fatores apontam para a necessidade de se inserir na formação inicial docente discussões sobre problemas sociocientíficos, com vistas a promover uma formação integral do/a futuro/a professor/a, capacitando-o/a para desenvolver propostas de ensino originais e organizadas com base na resolução de problemas num processo de integração entre teoria e prática educativa (BEGO, ALVES E GIORDAN, 2019).

#### **1.4 Síntese**

Iniciamos o percurso teórico deste trabalho a partir da ideia defendida por diferentes correntes epistemológicas de que a produção do conhecimento científico se dá a partir da

constante proposição e resolução de problemas. Dessa visão, são originadas abordagens como a PBL (BARROWS, 1986), a resolução de Problemas Abertos (GIL-PÉREZ E MARTINEZ-TORREGROSA, 1983) e os Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV, ANGOTTI E PERNAMBUCO, 2002) que, a partir de diferentes aportes teóricos e metodológicos, colocam a resolução de problemas como elemento promotor das práticas didáticas em sala de aula. Entretanto, elas apresentam um viés conceitual, sendo a construção do problema subsidiada pelo conceito científico que se deseja ensinar. A abordagem dos problemas sociocientíficos como forma a estabelecer a tensão entre as demandas sociais e científicas apresenta, por outro lado, um viés temático, no qual o problema a ser estudado é alinhavado por uma rede de conceitos de diferentes campos de conhecimento que devem ser apreendidos para a sua proposição e resolução.

O atual movimento dos problemas sociocientíficos, concebido segundo os pressupostos da educação CTSA, os caracteriza como situações controversas que envolvem Ciência e Sociedade e que, tal qual afirmam Ratcliffe e Grace (2003), são amplamente divulgadas pela mídia devido o seu caráter controverso. Quando se passa para o cenário da sala de aula, não é de se esperar que os/as alunos/as reconheçam a controvérsia envolvida em um problema *a priori*. Não obstante, a situação em si não é considerada um problema para o/a estudante simplesmente por envolver uma controvérsia. Como apontam Zeidler e Lewis (2003) e Pérez e Lozano (2013a), a inserção do/a aluno/a em um contexto no qual seja possível desenvolver a controvérsia é que o/a mobiliza a se apropriar do problema proposto.

Assim, nossos pontos de aproximação ao referencial dos problemas sociocientíficos expostos nesse capítulo são o estudo da relação entre as esferas da Ciência e da Sociedade como forma de trazer uma questão de relevância para a vida dos/as aluno/as e auxiliá-lo/a a problematizá-la, além do fato de que é a partir da construção de um cenário devidamente contextualizado na sala de aula que se desenvolve uma situação problemática para o/a estudante. Ademais, a construção de um contexto de ensino na sala de aula é fruto de uma organização sistematizada das atividades pelo/a professor/a, portanto, estudar a natureza e a função do problema no planejamento de ensino é essencial para compreender sua possibilidade como recurso didático na sala de aula, aspecto que será alvo das discussões do próximo capítulo.

## **Capítulo 2: Os Problemas Sociocientíficos em uma Perspectiva Sociocultural de Planejamento de Ensino**

Finalizamos o capítulo anterior argumentando que a abordagem de problemas sociocientíficos exige do/a professor/a a organização de atividades estruturadas para que seja possível estudar não somente os fatores morais associados, como também a significação dos conceitos científicos necessários para sua resolução e a execução dos respectivos procedimentos para efetuar-la. Quando os problemas sociocientíficos são trazidos para a sala de aula, deve-se pensar em um modelo de planejamento de ensino que privilegie os elementos contextuais para que os/as alunos/as se apropriem do problema e mobilizem os conteúdos necessários para compreendê-lo e resolvê-lo. Assim, diferentemente das outras abordagens relatadas no capítulo anterior, a construção do problema é subsidiada pelo contexto, o qual provoca nos/as alunos/as a necessidade de aprendizagem de novos conteúdos, aspecto que é explorado pela perspectiva sociocultural do desenvolvimento e da aprendizagem.

Portanto, de modo a apresentar e fundamentar essas proposições, o segundo capítulo está organizado em seis seções: na primeira, apresentaremos os princípios da Teoria Sócio-histórico-cultural de Vigotski (2001) com vistas a discutir a noção de problema quando pensada à luz de tal perspectiva; na segunda, introduziremos a importância do planejamento de ensino com base em problemas sociocientíficos por meio da apresentação da Teoria da Ação Mediada de Wertsch (1998) e do Modelo Topológico de Ensino (MTE) de Giordan (2013); na terceira, a partir das proposições teóricas do MTE, será apresentado e discutido o papel do problema sociocientífico na estruturação do modelo; na quarta, a relação entre o problema sociocientífico e as propriedades da ação mediada que são observadas na face metodológica do MTE; na quinta, o processo de produção de sequências didáticas estruturadas de acordo com os pressupostos teóricos do MTE, e por fim, na sexta, uma síntese das ideias apresentadas no capítulo e as contribuições teóricas da pesquisa.

### **2.1 A Noção de Problema na Perspectiva Sociocultural**

O psicólogo bielorrusso Lev Vigotski, nas primeiras décadas do século XX, conduziu pesquisas sob base marxista que revolucionaram a antiga psicologia comportamentalista de Pavlov e Skinner. Ao contrário dessa linha teórica, Vigotski (2001) trouxe a Teoria Sócio-histórico-cultural como forma de estudar os processos de formação da mente humana e das funções mentais superiores, mais especificamente o pensamento conceitual, a atenção

voluntária e a memória. Segundo ele, a mente humana é formada socialmente num processo de internalização das relações de trabalho que organizam a vida em comunidade.

O que o autor propõe, é que, adotando o princípio marxista de trabalho e o método inverso, o desenvolvimento da linguagem e da atividade na espécie humana (campo filogenético) pode ser comparado ao desenvolvimento dos mesmos setores no indivíduo (campo ontogenético). Para tanto, postula a Lei Genética Geral do Desenvolvimento como o processo pelo qual são desenvolvidas as funções superiores, segundo a qual, toda atividade ocorre em dois planos: primeiro no plano externo, interpsicológico, por meio da interação do sujeito com os outros mediada pela linguagem; e segundo, no plano interno, intrapsicológico, pela internalização da experiência exterior.

Além da interação entre os sujeitos como processo essencial para a formação da mente, Vigotski propõe outros dois conceitos extremamente importantes à sua teoria: mediação e linguagem. A mediação é entendida como o processo pelo qual um terceiro elemento se interpõe entre a relação do indivíduo com o objeto ao qual dirige sua atividade. Esse elemento pode ter tanto caráter instrumental (uma ferramenta) quanto semiótico (um signo). Daí surge a noção de linguagem, que, para o autor, é considerada como um sistema de signos social, histórica e culturalmente construídos e compartilhados que têm a função de mediar as relações sociais entre os sujeitos, bem como estabelecer relações de generalização e abstração de conceitos, os significados estáveis das palavras.

É no processo de produção e internalização de signos que Vigotski coloca, então, a importância da resolução de problemas. Esse aspecto da teoria sociocultural é estudado por Gehlen e Delizoicov (2012), que, por revisão das obras produzidas por Vigotski, apontam que a necessidade de criação e apropriação de novos signos se dá associada à resolução de um problema de interesse do sujeito motivado por demandas socialmente estabelecidas. Um exemplo prático do papel do problema pode ser observado quando do ensino de conceitos da Química como “dissociação iônica” a partir da análise da condutividade elétrica de soluções aquosas de cloreto de sódio e sacarose. No plano social da sala de aula, o/a professor/a instaura um problema compartilhado com os/as estudantes que é entender o motivo pelo qual a primeira solução apresenta um valor de condutividade ao passo que a segunda não. A partir desse problema de base conceitual, o estudo da estrutura molecular dos cristais de cloreto de sódio e de sacarose promove a observação de que o primeiro é formado por espécies carregadas eletricamente, os íons, que podem ser separados do cristal por ação da solvatação pelas moléculas de água, enquanto a sacarose é um sólido molecular eletricamente neutro que quando tem suas unidades separadas pelas moléculas de água não apresenta cargas elétricas disponíveis

para favorecer a condução de corrente elétrica. Aí se inicia a produção do conceito de dissociação iônica, o alvo perseguido pelo problema inicialmente proposto.

Assim, se no processo de significação de conceitos científicos, os/as alunos/as precisam se deparar com problemas socialmente construídos e compartilhados entre seus pares e o/a professor/a, é de se concluir que uma proposta de ensino baseada na formulação e resolução de problemas seja necessária para favorecer a aprendizagem dos conceitos científicos bem como de procedimentos de coleta e análise de dados e emissão de juízos e compartilhamento de valores. Portanto, na seção seguinte, com base nas proposições da Teoria da Ação Mediada será apresentado e discutido o Modelo Topológico de Ensino (MTE; GIORDAN, 2013), um modelo de organização de ensino que incorpora às suas proposições a noção de problema.

## 2.2 A Teoria da Ação Mediada e o Modelo Topológico de Ensino

A teoria que embasa a proposição do MTE é a Teoria da Ação Mediada proposta pelo psicólogo estadunidense James Wertsch (1998). Como destaca Giordan:

[...] na perspectiva da teoria da ação mediada, as ações humanas, sejam elas externas – entre indivíduos – ou internas – no plano mental – são mediadas por ferramentas culturais que estruturam as ações e as determinam juntamente com os propósitos daqueles que as realizam (GIORDAN, 2013, p. 302).

Wertsch inicia sua construção da ideia de ação mediada a partir dos estudos do filósofo Keneth Burke (1973), que ao analisar obras dramáticas estabeleceu um quadro para descrever os elementos constituintes da ação humana. Segundo Burke, a ação humana pode ser analisada por elementos que caracterizam sua natureza, ditos ontológicos, e elementos que caracterizam o cenário e a metodologia adotada, ditos metodológicos. Assim, toda a ação humana seria descrita por cinco elementos que constituem o que o autor chama de pentagrama analítico da ação: o ato em si realizado, *o que foi feito*; o agente responsável pela ação, *quem fez*; e seus motivos para assim realizá-la, *por que foi feito*; o cenário espaço-temporal no qual se deu a ação, *onde e quando foi feito*; e de que maneira foi realizada, *como foi feita*. Assim o pentagrama é formado pelos elementos ato, agente, propósito, cena e agência, que interpretam uma determinada ação por meio de respostas às respectivas perguntas.

A partir do pentagrama de Burke, Wertsch (1998) propõe uma reorganização de seus elementos sendo a tensão irreduzível “agentes-agindo-com-ferramentas-culturais” a unidade de análise da ação mediada. Isso, porque a tensão consegue refletir não somente a indissociabilidade entre agente e ferramenta cultural, ideia central na proposição de mediação por Vigotski, como também resume a ação orientada por um propósito e a importância do

contexto no qual ela ocorreu. O termo “ferramenta cultural” é derivado do conceito de mediação de Vigotski (2001), porém, enquanto para esse os meios mediacionais são separados entre ferramentas instrumentais e psicológicas, para Wertsch ambas as classes podem ser englobadas na mesma categoria, a de ferramenta cultural, que recebe essa denominação por ser uma construção social e culturalmente estabelecida e compartilhada.

Para explicar o processo de internalização das ferramentas culturais por meio das ações mediadas, Wertsch toma emprestado de Bakhtin (2006) a noção de apropriação. Segundo Bakhtin, quando nos envolvemos em um processo de interação com outrem estabelecemos um processo dialógico no qual articulamos a nossa voz à voz de nosso interlocutor no intuito de fomentar um processo de compreensão de nossas palavras e do outro. Apropriar-se significa, então, tomar para si a palavra do outro e dar-lhe um sentido próprio. Assim, para Wertsch (1998), o processo de internalização de ferramentas culturais se dá em duas medidas diferentes: primeiro no nível de domínio, segundo no nível da apropriação. Diz-se que um sujeito domina uma ferramenta cultural quando sabe operá-la com destreza em um contexto especificamente construído para seu uso. Já a apropriação ocorre quando o sujeito consegue utilizar a partir de suas próprias intenções a mesma ferramenta cultural em um contexto diferente daquele no qual aprendeu a dominá-la.

Um exemplo das proposições da Teoria da Ação Mediada levada à sala de aula pode ser o estudo da temperatura de fusão de uma substância e de uma mistura. Em um experimento no qual são acompanhadas e medidas as variações de temperatura em função do tempo de aquecimento para uma substância e uma mistura, a ação de observar a temperatura é mediada pelo termômetro, a ação de controlar o tempo é mediada pelo cronômetro, a ação de estabelecer a relação entre ambas as medidas é mediada pelos valores inscritos nos signos numéricos, cuja ação de registro é mediada por lápis e papel. São várias as ações mediadas num experimento desse tipo. Após a construção e formalização dos gráficos relacionados a cada sistema, pela sistematização de ideias em conjunto com o/a professor/a, os/as alunos/as observam a temperatura de fusão constante da substância, mas não da mistura e são capazes de prever esse comportamento em exercícios de classe. Ao organizar uma confraternização de fim de ano para a turma e perceberem que não haviam conseguido resfriar as bebidas a tempo, adicionam sal de cozinha a uma caixa cheia de gelo e colocam as bebidas, pois lembram-se de que a formação de uma mistura ocasiona o abaixamento da temperatura de fusão de seus componentes e conseguem deixar as bebidas prontas para sua festa. No contexto da sala de aula, diz-se que os/as alunos/as conseguiram dominar a ferramenta cultural “temperatura de fusão”, e no contexto de sua confraternização, apropriaram-se dela.

Com o exemplo acima é possível perceber que a Teoria da Ação Mediada se aplica em diferentes contextos, inclusive à sala de aula. A partir dessa ideia, a de que aos processos educativos correspondem uma série de ações mediadas orquestradas e compartilhadas entre professor/a e alunos/as, é que Giordan (2013) propõe uma reorganização do pentagrama de Burke para construir um modelo de planejamento de ensino baseado na perspectiva sociocultural da ação mediada.

O Modelo Topológico de Ensino (MTE) é uma ferramenta teórico-metodológica de planejamento de ensino organizada com base em três eixos estruturantes e inter-relacionáveis: atividade, conteúdo e tema sociocientífico. De acordo com esse modelo, as aulas são organizadas em uma sequência de atividades estruturadas nas quais os alunos utilizam os conteúdos de diferentes naturezas (conceituais, procedimentais e atitudinais) como ferramentas culturais de mediação para estudar um tema sociocientífico. Na seção seguinte, serão apresentadas as definições de cada um dos eixos estruturantes do MTE e o papel do problema sociocientífico no modelo.

### **2.3 O Problema como Elemento Articulador dos Eixos Estruturantes do MTE**

A noção de tema sociocientífico que adotamos quando pensamos na perspectiva sociocultural é derivada de Bakhtin (2006), que propõe que em cada esfera de comunicação e atividade na qual estão inseridos os sujeitos são produzidos discursos estáveis e significados compartilhados. Desta forma, entendemos como tema situações que estão na interface entre diferentes esferas de comunicação e atividade, como a científica e a social, às quais podem ser acrescentadas às esferas política, econômica, ambiental, midiática etc. Além da questão das esferas, adiciona-se também a própria noção de *tema* proposta por Bakhtin (idem), que pode ser definido como o sentido que atribuímos a determinadas palavras e, portanto, diferentemente do seu significado socialmente estabelecido, é resultado de uma experiência comunitária específica. Portanto, quando adotamos o tema como eixo estruturante do ensino fazemos uma tentativa de aproximação dos/as alunos/as, que pertencem a esferas de comunicação e atividade diversas, à esfera científica, de modo que eles reconheçam os sentidos e significados particulares dos conceitos produzidos nessa esfera.

Portanto, *a priori*, essa intersecção não pode ser considerada um problema, pois ela apresenta simplesmente interesses e demandas compartilhados por ambas as esferas. É a partir da enumeração dos fatores sociais e científicos associados ao tema que se inicia a construção de um problema na sala de aula. Desta forma, um mesmo tema pode gerar diferentes problemas, que se articulam aos conteúdos a serem desenvolvidos e aos propósitos do/a professor/a.

A noção de atividade advém da Teoria da Atividade, que apresenta diferentes gerações. Como aponta Libâneo (2004, p. 9), a primeira geração, comandada por Vigotski, apresentou o conceito de mediação entre sujeito e objeto; a segunda, comandada por Leontiev, estabeleceu as diferenças entre atividade individual e coletiva; e a terceira, comandada por Engeström, propõe o sistema de atividades como forma de organização de atividades hierárquicas que compartilham o mesmo objeto. Em linhas gerais, a Teoria da Atividade propõe que a partir de uma necessidade e de motivos, um sujeito entra em atividade para atingir um determinado objetivo. Essa atividade é realizada por meio de uma série de ações mediadas orientadas por seus propósitos específicos e pelas ferramentas culturais, ações essas que são constituídas por diferentes operações realizadas segundo procedimentos específicos (GIORDAN, 2014).

Portanto, quando pensamos na atividade como elemento estruturante do MTE, temos que cada atividade que constitui uma aula possui propósitos específicos que direcionam as ações dos/as estudantes, mediadas pelos conteúdos, para atingir um determinado objetivo de aprendizagem com vistas à apropriação desses conteúdos. É importante salientar que a noção de atividade segundo o MTE leva em consideração não somente as ações externas dos/as alunos, mas também as ações internas, pois simultaneamente à execução de suas ações no plano social, mentalmente eles/as estão significando os conteúdos estudados. Como destaca Libâneo (2004):

O ensino propicia a apropriação da cultura e o desenvolvimento do pensamento, dois processos articulados entre si, formando uma unidade. Podemos expressar essa ideia [da seguinte forma]: [...] enquanto [o estudante] forma o pensamento teórico, desenvolve ações mentais, mediante a solução de problemas que suscitam a atividade mental do aluno (LIBÂNEO, 2004, p. 14).

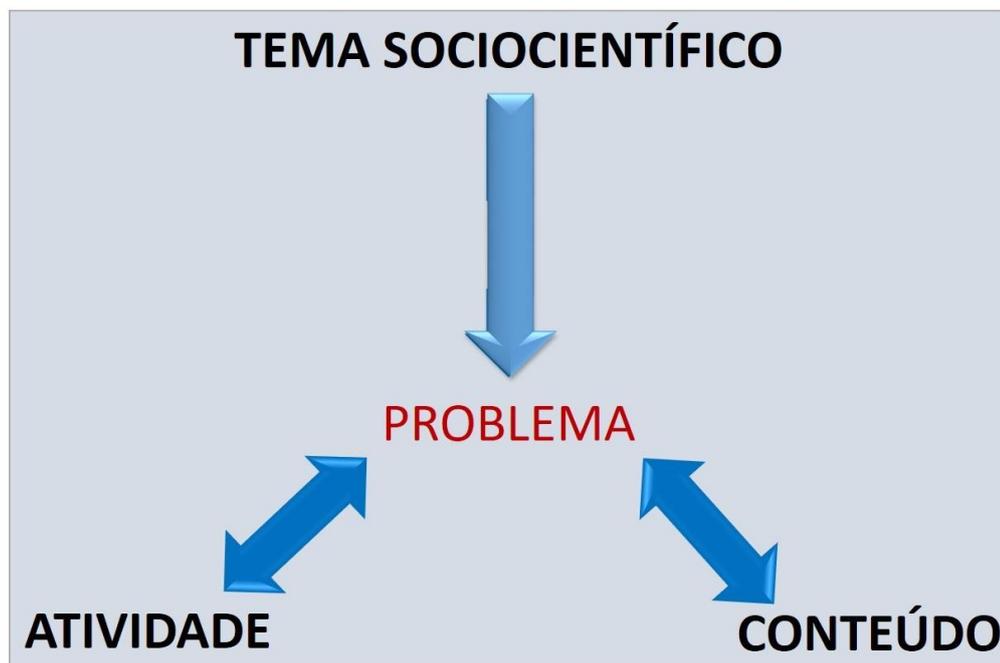
Novamente, ao problema é dado um papel de destaque no planejamento, pois ele, nesse caso, funciona como motivo e propósito das atividades. Motivo, porque é o problema que estimula os alunos a desenvolverem novos conceitos; e propósito, porque todas as atividades planejadas e executadas na sala de aula são direcionadas para a compreensão e resolução do problema. Dessa forma, estabelece-se uma relação dialética entre problema e atividade, na qual, tanto a atividade orienta o problema por reconfigurá-lo, à medida que se avança na série de atividades, bem como o problema orienta a atividade visto que os propósitos de cada uma delas são direcionados pelas ações mediadas à sua resolução.

Por fim, os conteúdos quando tomados segundo a perspectiva sociocultural de ação mediada sob a qual se orienta o MTE são levados à posição de ferramentas culturais responsáveis por estabelecer a mediação entre estudantes e os objetos de conhecimento

estudados. Como o objetivo principal do MTE é auxiliar os/as estudantes a se apropriarem desses conteúdos ao longo de sua mobilização na série de atividades, entre conteúdo e problema também se estabelece uma relação dialética na qual o problema orienta os conteúdos que serão mobilizados para sua resolução, bem como os conteúdos ditam a construção do problema, que é reconfigurado à medida que novos conteúdos são introduzidos à sequência de atividades.

Portanto, reunindo as proposições apresentadas acima podemos elaborar o esquema mostrado na **Figura 2** abaixo no qual os eixos do MTE são reorganizados para ilustrar sua relação com o problema. Por essa figura, resumimos a função do problema como articulador dos três eixos: a partir da problematização de um tema sociocientífico, o/a professor/a em conjunto com a turma constrói um problema que orientará e será orientado pelo desenvolvimento de uma sequência de atividades estruturadas nas quais os/as alunos/as utilizam os conteúdos como ferramentas culturais a serem apropriadas para resolver o problema proposto.

**Figura 2.** Reestruturação dos elementos constituintes do MTE de acordo com a inserção do problema sociocientífico.



Fonte: os autores.

#### 2.4 As Propriedades da Ação Mediada e a Natureza do Problema

Na seção anterior, discutimos a função do problema no MTE, no entanto, ainda não apresentamos sua natureza constitutiva, ou seja, o que pode ser considerado como um problema na perspectiva sociocultural. Para propor o conceito, nos apoiaremos nas propriedades da ação mediada, mais especificamente, contexto e continuidade, narrativa e historicidade, e

materialidade e mediação que serão discutidas nesta seção. Tal discussão se faz necessária por caracterizar o problema e também explorar como as propriedades da ação mediada são conservadas quando se pensa no MTE.

#### **2.4.1 Contexto e Continuidade**

Uma das importantes contribuições da Teoria Sociocultural aos processos de ensino e aprendizagem é a sua proposição da influência dos contextos social, histórico e cultural na qual eles se desenvolvem visto que são eles que determinam os conceitos compartilhados por uma comunidade e o quadro de valores que seus membros seguem. Por esse motivo é que muitas vezes se associa à ideia de contexto a incorporação de elementos do cotidiano dos/as estudantes para aproximar os conteúdos escolares de sua vivência. De fato, o universo em que eles/as se encontram inseridos é de grande importância para a apropriação dos conceitos, mas é possível explorar uma noção mais elaborada de contexto quando se pensa na sala de aula.

Edwards e Mercer (1987, p. 162) propõem uma noção ampliada de contexto que considera três classes: o contexto situacional, o entorno material das ações; o contexto linguístico ou comunicacional, o andamento do discurso; e o contexto mental, as ideias compartilhadas por professor/a e alunos/as no plano da sala de aula. Para os autores, a produção de significados na sala de aula se dá por meio de deslocamentos de contexto ao longo do tempo, o que eles caracterizam como continuidade. Como aponta Giordan (2013):

O que se inicia em um contexto situacional [ou comunicacional] de uma atividade conjunta, mais tarde se torna contexto mental compartilhado de uma experiência, permitindo que professor e alunos continuem o processo de elaboração de ideias apenas por meio da fala, da escrita ou de outras linguagens (GIORDAN, 2013, p. 292).

Do ponto de vista interno, caracterizamos como problema o contexto mental construído e compartilhado por professor/a e estudantes a partir da problematização de um tema sociocientífico, que emerge no plano social da sala de aula por meio do contexto comunicacional na forma de uma situação construída ou de perguntas endereçadas pelo/a professor/a e que deverá ser estudada e solucionada ao longo de uma sequência de atividades estruturadas de ensino. Como o contexto mental trata das relações estabelecidas no plano interpsicológico da sala de aula, não é possível acessá-lo diretamente, contudo, indiretamente, é possível pressupô-lo pelas ideias que são enunciadas por professor/a e alunos/as no contexto comunicacional. É por esse motivo que defendemos que o problema, do ponto de vista externo, é uma construção discursiva executada em conjunto por professor/a e estudantes: por se tratar de contexto mental que deverá ser compartilhado ao longo de uma sequência de aulas, ele será

constantemente revisitado por meio da fala e de outros modos comunicacionais dos/as estudantes e do/a professor/a, o/a qual à medida que comanda o prosseguimento das atividades fará reelaboraões da questão inicialmente proposta a partir dos novos conceitos que vão sendo construídos no decorrer da sequência. Assim, existe uma dimensão temporal associada à produção de significados que será descrita no próximo item.

#### **2.4.2 Narrativa e Historicidade**

Se a produção de significados se dá por deslocamentos contextuais ao longo do tempo, então é de se admitir que a organização das atividades numa sequência temporalmente determinada é responsável por estabelecer a gradação da apresentação dos conteúdos e ditar as fases de introdução, estudo e resolução do problema sociocientífico. Desta forma, o/a professor/a ao realizar uma sequência ordenada de atividades com os/as alunos/as constrói uma narrativa seguindo um fio condutor da problematização que levará a turma de seu início à sua conclusão.

Essa noção de narrativa advém, sobretudo, da proposição de estória científica de Mortimer e Scott (2003). Os autores discutem em sua obra que para o desenvolvimento de um dado tema o/a professor/a inicialmente apresenta os objetivos de aprendizagem e por meio de uma sequência de atividades diversificadas que envolvem diferentes formas de comunicação com os/as alunos/as organiza os conceitos científicos a serem estudados, sendo que ao final transfere aos/às estudantes a responsabilidade pelo seu uso.

Trazendo essa noção para o MTE e lhe adicionando o caráter articulador do problema sociocientífico, podemos afirmar que a articulação dos eixos estruturantes do MTE pelo problema se dá justamente pelo deslocamento de contextos ao longo do tempo, que funcionam como fio condutor sobre o qual o/a professor e estudantes desenvolvem uma narrativa e constroem diferentes conceitos. No início de uma sequência de aulas, o/a professor/a endereça a questão que servirá como instrumento discursivo de expressão do problema para a turma e ao longo do desenvolvimento de cada aula realizará atividades que suportem o uso dos conceitos, sendo que ao final de um número definido de aulas se espera que os conceitos mobilizados auxiliem os/as estudantes a responderem à questão inicialmente posta bem como propor possíveis encaminhamentos, visto que, o problema, por ser sociocientífico, não é desenvolvido apenas com vistas à compreensão de sua face científica, a demanda social que lhe é associada também deve ser contemplada na construção da narrativa. A síntese dos aspectos sociais e científicos no desenvolvimento da narrativa em sala de aula é um dos temas de pesquisa que pode elucidar detalhes importantes sobre a microgênese da significação em sala de aula. Dele, surge a necessidade de estudar conteúdos procedimentais e atitudinais em conjunto com os

conceituais para uma visão sistêmica do problema proposto, o que é especialmente importante para enriquecer o processo de significação de conceitos científicos com aspectos sociais de tal modo a torná-lo crítico.

### **2.4.3 Materialidade e Mediação**

Como afirmado, não apenas os conteúdos conceituais são importantes quando se pensa na compreensão e resolução do problema sociocientífico proposto, os procedimentos, valores e atitudes associados ao problema também os são. Isso, porque os conteúdos, como já proposto, funcionam como ferramentas culturais de mediação entre o sujeito e o objeto, nesse caso, os/as alunos/as e o problema.

Um outro ponto importante a salientar é a materialidade das ferramentas culturais, que é visível quando se pensa nos procedimentos experimentais devido à concretude dos instrumentos utilizados para realizar investigações laboratoriais acerca do problema, mas que também pode ser percebida para procedimentos de julgamento e mobilização de conceitos, visto que as relações lógicas estabelecidas no plano mental do/a estudante (ou “dispositivos de pensamento”, como denomina Giordan, 2013, p. 301) são externalizadas por meio das palavras, que pelo seu conteúdo fonético justificam sua base material.

Quando se deparam com um problema sociocientífico, os/as alunos/as, guiados pelas orientações de seu/sua professor/a, percebem a necessidade de apropriação de conteúdos de diferentes naturezas para compreender ambas as faces do problema. Isso, porque quando da sua resolução os/as alunos/as precisarão estabelecer relações entre conceitos que o explicam, procedimentos para resolvê-lo e valores que ditam seu caráter controverso para uma visão integral sobre o problema. Assim, os conteúdos mobilizados durante as atividades são alçados à categoria de ferramentas culturais críticas, pois, como espera-se que os/as alunos/as sejam capazes de propor encaminhamentos para o problema junto da sua compreensão, deverão, de forma concertada, mobilizar conceitos, procedimentos e valores para fazer julgamentos das faces científica e social do problema ao final de uma sequência de atividades, alcançando assim o objetivo principal do ensino baseado no MTE quando se adiciona o problema como elemento articulador de seus eixos: a apropriação do problema pelos/as alunos/as de forma que eles/as possam mobilizar o conteúdo científico a ele associado com vistas a participar de sua solução na esfera extraescolar.

Buscamos construir até o momento, a partir do referencial sociocultural, o corpo teórico de organização do MTE. No entanto, não podemos esquecer que além deste âmbito, o modelo também se mostra como ferramenta metodológica de organização das atividades na sala de aula. Isso coloca, então, o foco em ferramentas que mediam as atividades de ensino conduzidas

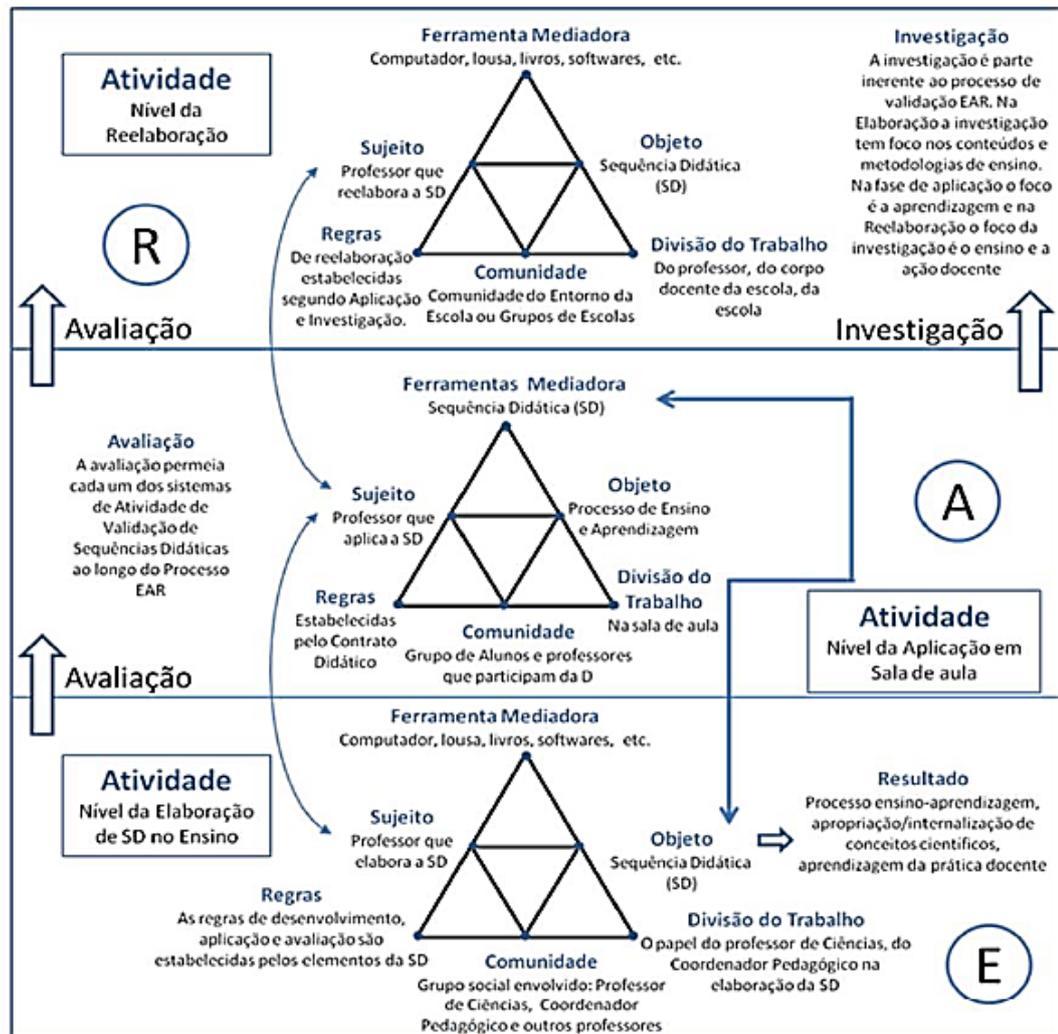
pelos/as professores/as: as sequências didáticas (SD). Sendo a SD a concretização, na forma de um plano documental, da noção sociocultural de ferramenta cultural de organização de ensino proposta pelo MTE, a ela também é possível estabelecer as relações de natureza e função do problema sociocientífico.

### **2.5 Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Processo de Elaboração-Aplicação-Reelaboração (EAR) de Sequências Didáticas (SD)**

Nesta seção faremos considerações acerca do processo de planejamento de SD, denominado Processo EAR (Elaboração-Aplicação-Reelaboração) por meio da apresentação dos fundamentos teóricos e metodológicos que o governam. Guimarães e Giordan (2013, p. 2) definem uma SD como “ [...] um conjunto de atividades articuladas e organizadas de forma sistemática, em torno de uma problematização central”. Para a construção de uma SD, então, sugerem o processo cíclico de Elaboração-Aplicação-Reelaboração (EAR) baseado no modelo dos Sistemas de Atividade de Engeström (1999), no qual por uma série de etapas constantemente avaliadas se obtém ao final do ciclo uma SD validada como ferramenta didática.

O modelo dos Sistemas de Atividade é proposto no bojo da terceira geração da Teoria da Atividade apresentada previamente neste capítulo. Engeström (1999) adiciona ao já consolidado esquema de mediação entre sujeito e objeto por uma ferramenta a questão da inserção do primeiro em uma comunidade que estabelece regras a serem seguidas e uma divisão de trabalho. Desta forma, cada etapa do processo EAR corresponde a um sistema de atividades nos quais a SD transita entre as posições de objeto da atividade e ferramenta de mediação. A **Figura 3** ilustra os sistemas de atividades constitutivos no processo EAR de SD com os diferentes papéis assumidos pela SD e sujeitos envolvidos.

Figura 3. Organização dos sistemas de atividade que constituem o processo EAR de SD.



Fonte: Guimarães e Giordan, 2013, p. 6.

O processo se inicia com a **Elaboração** da SD, etapa na qual ela se configura como objeto da atividade, isto é, seu produto. A SD é planejada com base nos pressupostos teóricos do MTE, ou seja, a escolha de um tema sociocientífico e construção de um problema a partir dele, e seu registro documental é feito com base em um modelo textual específico (GUIMARÃES E GIORDAN, 2011) composto pelos seguintes itens:

- i) Um *Título*, que seja capaz de resumir o tema sociocientífico da SD e instigar a curiosidade dos alunos sobre as atividades que serão desenvolvidas;
- ii) A *Descrição do Público Alvo*, uma vez que a SD é adaptada à realidade da escola e dos/as alunos/as aos/às quais será aplicada, portanto, é necessário caracterizar o perfil sócio-econômico-cultural da turma e também eventuais dificuldades cognitivas, a infraestrutura da escola para que se saiba se os recursos exigidos para a aplicação das atividades estejam disponíveis, e a própria realidade da comunidade do entorno da

escola, visto que a SD deve ser relevante para aquele contexto e fomentar a posterior ação dos/as estudantes;

- iii) A *Problematização*, um dos elementos mais importantes da SD, que atua como fio condutor que promoverá a ligação entre as atividades da sequência. A problematização, trazendo as contribuições teóricas da presente pesquisa, corresponde ao processo de proposição e recontextualização do problema que servirá de contexto mental a partir de diferentes fatores sociais, econômicos, políticos, dentre outros que farão emergir a questão desencadeadora a ser resolvida ao longo da dinâmica das atividades;
- iv) Os *Objetivos Gerais*, que descrevem as metas colocadas à aprendizagem dos/as estudantes quando da aplicação SD;
- v) Os *Objetivos Específicos*, que descrevem as metas de cada uma das aulas constituintes da SD;
- vi) Os *Conteúdos*, que servirão como ferramentas culturais de mediação entre os/as estudantes e o problema a ser resolvido, lembrando-se sempre de contemplar suas três naturezas (conceituais, procedimentais e atitudinais) e dispô-los de forma a garantir a continuidade da SD por meio de encadeamentos lógicos de ideias;
- vii) A *Dinâmica das atividades*, sendo que se sugere que se varie sua quantidade e natureza, pois as atividades de ensino são as unidades organizacionais da SD pelas quais será possível mobilizar os conteúdos e ditar o ritmo de resolução do problema. No interior das atividades é importante destacar também a presença de descritores específicos da sua organização: tempo de duração, propósito (o porquê de efetuar-la), descrição dos contextos (comunicacional, situacional e mental) e do andamento da atividade em si;
- viii) A *Avaliação*, pois é necessário estabelecer uma medida do progresso da turma ao longo das atividades da SD, não só para investigar o domínio e apropriação dos conteúdos, mas porque esses são indícios da efetividade da SD em si;
- ix) E as *Referências Bibliográficas*, que se dividem em dois grupos: a *Bibliografia Consultada*, livros, artigos, sítios da Internet utilizados para a construção da proposta da SD, e o *Material Utilizado*, isto é, a seleção de materiais utilizados por professor/a e alunos/as ao longo da SD.

A etapa de **Aplicação** da SD é dividida em quatro sub-etapas, sendo as três primeiras destinadas à validação da SD a fim de, se necessário, realizar ajustes finos ao plano de ensino, e aplicação em si na sala de aula. As etapas de validação, inicialmente idealizadas em um curso

de especialização para professores/as de Ciências<sup>2</sup>, correspondem à validação por um tutor, validação por pares e validação pela coordenação da escola. Para efetuarla é utilizado um instrumento construído e consolidado em nosso grupo de pesquisa, constituído por uma série de itens relacionados ao plano da SD cuja análise se dá por meio de uma escala *Likert* de discordância ou concordância com as assertivas. A título de exemplo, o instrumento utilizado para validação por tutores e por pares pode ser visto no **Anexo A** ao final do texto.

Após as etapas de validação e ajustes finais no plano da SD, previamente à sua aplicação na sala de aula, professores/as também elaboram um material didático de apoio ao seu trabalho e ao dos/as alunos/as na forma de uma apostila que tem por objetivo guiá-los pelas diferentes atividades da SD. Após a organização do plano e das apostilas, ocorre a aplicação da SD de fato, na qual são desenvolvidas as atividades estruturadas e verifica-se a sua efetividade. Para fins de pesquisa, a fase de Aplicação é aquela na qual se efetua o registro audiovisual das aulas para produção de dados.

A última fase do processo e que fecha o ciclo formativo de produção de SD é a **Reelaboração**, na qual professores/as comparam o que era esperado pelo plano de ensino e o que de fato ocorreu na fase de aplicação. Para fazê-lo, cria-se um quadro comparativo no qual são colocados os descritores das atividades planejadas e executadas, assim, é possível de forma prática e rápida encontrar pontos de divergência e pensar a reorganização da SD com vistas a torna-la uma ferramenta de confiabilidade e eficácia quando se pensa na aprendizagem dos/as estudantes.

É importante citar que esse ciclo formativo baseado no processo EAR de SD já é bastante consolidado no nosso grupo de pesquisa, sendo parte integrante de disciplinas de graduação e pós-graduação na área de Ensino de Ciências, mais especificamente o Ensino de Química, desde a sua proposição. Vale acrescentar também que estamos conduzindo pesquisas baseadas na Teoria da Aprendizagem Expansiva (ENGESTRÖM, 2016) para promover uma reconfiguração do EAR com vistas a compreender suas potencialidades como ferramenta de formação inicial de professores/as de Química.

## 2.6 Síntese

Iniciamos o capítulo com a apresentação da Teoria Sócio-histórico-cultural de Vigotski (2001) e discutimos que a noção de problema é essencial para o processo de significação de conceitos, visto que ele ocorre devido à necessidade de solução de problemas socialmente

---

<sup>2</sup> Curso de Especialização em Ensino de Ciências do Programa Rede São Paulo de Formação Docente (EEC – Redefor) oferecido pela FEUSP entre 2010 e 2013.

relevantes pelo indivíduo. Desta forma, o problema, como propõem Gehlen e Delizoicov (2012) é responsável por mobilizar o processo de mediação efetuado pelos conceitos de modo a favorecer sua internalização. Partindo-se, então, do princípio de que a internalização de conceitos se dá pela execução de uma série de ações mediadas por conceitos orientadas para a solução de um problema, apresentamos a Teoria da Ação Mediada de Wertsch (1998) e suas implicações para a sala de aula, um ambiente no qual professor/a e estudantes efetuam diversas ações mediadas com o objetivo final de educação dos sujeitos.

A partir dessa teoria, discutimos como Giordan (2013) propôs o MTE pela articulação de três eixos estruturantes: atividade, conteúdo e tema sociocientífico. Por esse modelo, as aulas são organizadas em uma série de atividades estruturadas que utilizam os conteúdos como ferramentas culturais para estudo de um tema sociocientífico. Ao longo dos últimos anos algumas pesquisas vêm sendo conduzidas em nosso grupo e forneceram contribuições importantes para o MTE. Podemos citar a tese de Lima (2016), que analisou a apropriação e uso em sala de aula de materiais de divulgação científica (DC) por professores de Ciências a partir da análise de atividades que utilizavam a DC como recurso de ensino extraídas de SD planejadas segundo o MTE, e as dissertações de Targino (2017), que estudou processos de retextualização no uso de textos literários de DC para ensino da Lei Periódica em uma SD elaborada com base no MTE; e Sgarbosa (2018), que estudou a articulação entre a comunicação multimodal da sala de aula (KRESS *et al.*, 2001) e o planejamento de ensino, identificando que a multimodalidade se encontra nos planos documentais de SD, sobretudo, nos aspectos discursivos e nos recursos de ensino.

A presente pesquisa visa contribuir para o avanço da elaboração teórica do MTE de outra forma. Nosso objetivo é promover uma reestruturação dos seus eixos por meio do estudo da natureza e da função do problema sociocientífico como cerne do modelo. Como discutido ao longo do capítulo, nossa proposição teórica é a de que o problema funciona como elemento articulador dos três eixos do modelo por estabelecer uma relação dialética com os propósitos no planejamento das atividades de ensino e com os conteúdos a serem mobilizados. Metodologicamente, isso corresponde à criação de um contexto mental compartilhado entre professor/a e alunos/as que é colocado ao início de uma sequência de aulas na forma de uma questão desencadeadora e que será continuamente deslocado ao longo do tempo até a sua resolução.

Ao deslocamento de contextos entre as diferentes atividades e aulas de uma SD damos o nome de continuidade, movimento que se configura como uma propriedade do MTE e que embasa o termo “Topológico” que caracteriza o modelo. Além de aspecto metodológico em

termos didáticos, observado na performance do/a professor/a na sala de aula, a topologia do modelo também pode ser assim considerada em termos empíricos na sua manifestação prática e discursiva, ponto que será explorado no próximo capítulo com a apresentação do desenho da pesquisa e da caracterização do cenário e dos sujeitos envolvidos.

## Capítulo 3: Metodologia

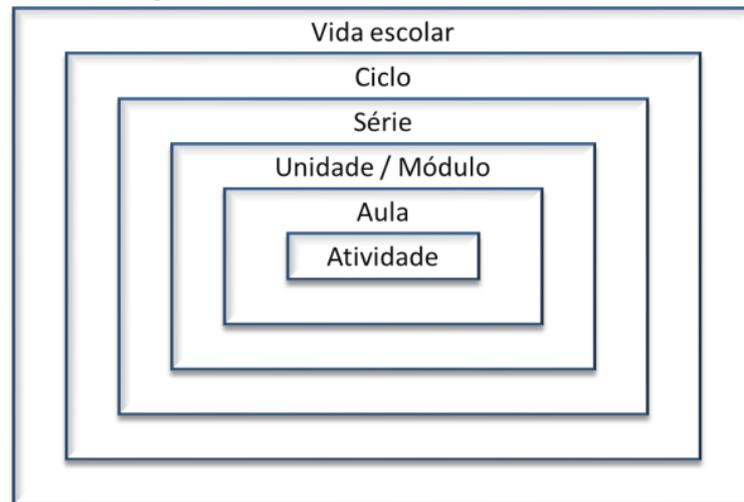
Com o objetivo de efetuar a caracterização discursiva do movimento de problematização em sala de aula embasado pelos pressupostos teóricos do MTE, apoiamos-nos no processo formativo organizado em torno do modelo e do processo EAR para a produção de uma SD a partir de um tema sociocientífico de forma a obter os dados necessários para a pesquisa. Desta forma, o presente capítulo cumpre o papel de apresentar o desenho metodológico formulado e a caracterização do cenário e dos sujeitos envolvidos. Na primeira parte, a partir do modelo curricular proposto pelo MTE, exploraremos o percurso metodológico a partir da produção de dados em multinível (SILVA-NETO, 2016) e na segunda parte, com base em dados extraídos de questionários e pesquisas oficiais, efetuiremos a caracterização da escola, da professora e dos/as alunos/as que participaram do projeto.

### 3.1 O MTE como Desenho Metodológico de Pesquisa

Como apresentado no capítulo anterior, uma das propriedades do MTE é a noção de continuidade, que, tal como caracterizam Edwards e Mercer (1987), está relacionada ao deslocamento de contextos situacionais ou comunicacionais ao longo do tempo na sala de aula. Pensando nessa noção, a ideia de topologia presente no nome que batiza o modelo e na sua estrutura teórica e metodológica pode ser expandida, num modelo ideal de currículo, como o constante deslocamento de contextos vivenciados no espaço-tempo da escola entre atividades de ensino que compõem uma aula, entre as diferentes aulas que compõem uma unidade de ensino, e assim sucessivamente até contemplar toda a vida escolar dos/as estudantes, como ilustra a **Figura 4**.

Desta forma e tomando as SD como unidades ou módulos de ensino que podem ser desenvolvidas na organização temporal da escola, isto é, bimestres, trimestres ou até mesmo a intersecção entre períodos diferentes, é possível, levando em consideração as investigações em sala de aula, efetuar a produção longitudinal de dados para a pesquisa, visto que de diferentes dimensões temporais podem ser extraídos dados distintos que subsidiam a investigação seja de processos de significação de conteúdos por parte dos/as estudantes, seja da performance do/a professor/a.

**Figura 4.** Desenho curricular baseado no MTE.



Fonte: Giordan, 2013, p. 290.

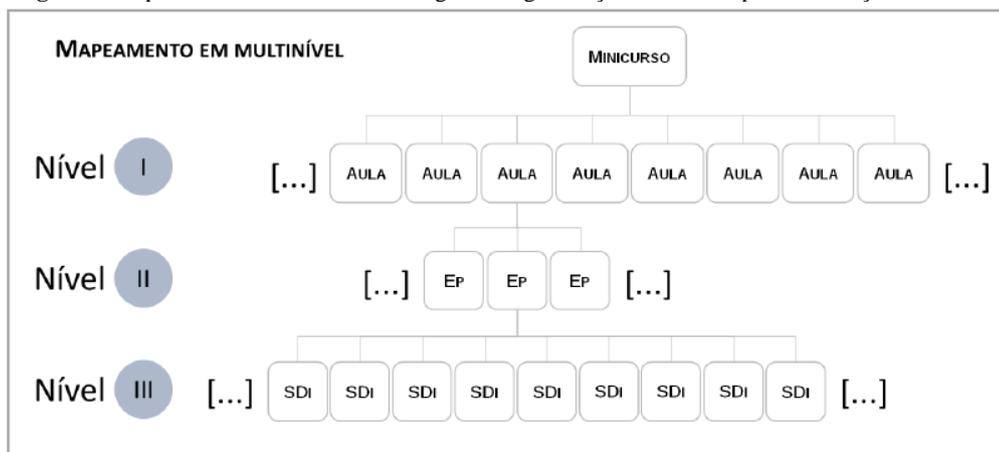
Dito de outra maneira, se tomarmos, por exemplo, uma atividade, que tem uma duração aproximada de minutos, podemos extrair dados relacionados à produção discursiva de professores/as e alunos/as ou também relacionados à interação multimodal com suportes de ensino. Agora, se tomarmos uma SD inteira, que possui a duração de algumas semanas ou até alguns meses, a produção de dados não se restringe somente ao contexto localizado de uma única atividade. Várias são as possibilidades de dados que podem ser extraídos: a análise da articulação entre as diferentes atividades que compõem o plano de ensino, a contagem e comparação entre os tempos planejados e os tempos de aplicação das atividades e os produtos criados pelos estudantes ao longo da aplicação da SD são somente alguns exemplos.

Isso põe em foco duas questões metodológicas de importância e para quais já foram pensadas e desenvolvidas formas de solução. A primeira, é o grande volume de dados gerados quando se pensa em uma investigação baseada em uma SD com tempo de duração relativamente longo. Para sanar tal problema e pensando no cenário contemporâneo no qual a digitalização de informação toma conta de todos os ambientes, nosso grupo tem em desenvolvimento um banco de dados digital de aulas de Ciências, no qual, para diferentes SD já produzidas são armazenados arquivos relacionados, como registros audiovisuais, planos de ensino e materiais de apoio. Nossa intenção, com o progresso da construção desse banco é, em primeiro lugar, criar uma estrutura de repositório e um plano de gestão de dados para facilitar a execução de pesquisas longitudinais, na qual se podem acompanhar o/a mesmo/a professor/a ou a mesma turma em diferentes momentos, e em segundo lugar, criar um ambiente cooperativo de pesquisa no qual diferentes grupos, cada qual em seu campo de atuação e objetivos específicos, possam aproveitar os registros já produzidos para avanços na área de Ensino de Ciências.

A segunda questão concernente às pesquisas com SD diz respeito à organização e à seleção de dados que corroborem as hipóteses surgidas a partir das proposições teóricas. Para tanto, desenvolvemos, então, a metodologia de Mapeamento Multinível (SILVA-NETO, 2016) para a caracterização das diferentes aulas que compõem uma SD. Segundo essa metodologia, que preconiza a atividade de ensino como menor nível organizacional, as SD podem ser divididas em três níveis: Aulas, Episódios de Ensino e Sequências Discursivas, como ilustrado na **Figura 5**.

O Nível I corresponde a cada uma das aulas da SD, que são segmentadas em Episódios de Ensino (Nível II; Ep), caracterizados como momentos da aula nos quais a professora possui um propósito específico, e, como destaca Silva-Neto (2016, p. 58) podem ser diferenciados por marcadores orais (“Então...”; “Vamos lá, pessoal?”; “Agora...”) que indicam a mudança de atividade, ou também, segundo Mortimer *et al.* (2007), identificados a partir de marcadores temáticos ou contextuais multimodais como o posicionamento dos sujeitos no espaço ou interação com recursos materiais disponíveis no ambiente. Por fim, o terceiro nível de segmentação corresponde às Sequências Discursivas (Nível III; SDi), caracterizadas como momentos de troca discursiva ou de fala exclusiva do/a professor/a e que são dotados de micropropósitos que compõem um episódio específico.

**Figura 5.** Esquema ilustrativo da Metodologia de Segmentação Multinível para construção dos dados.

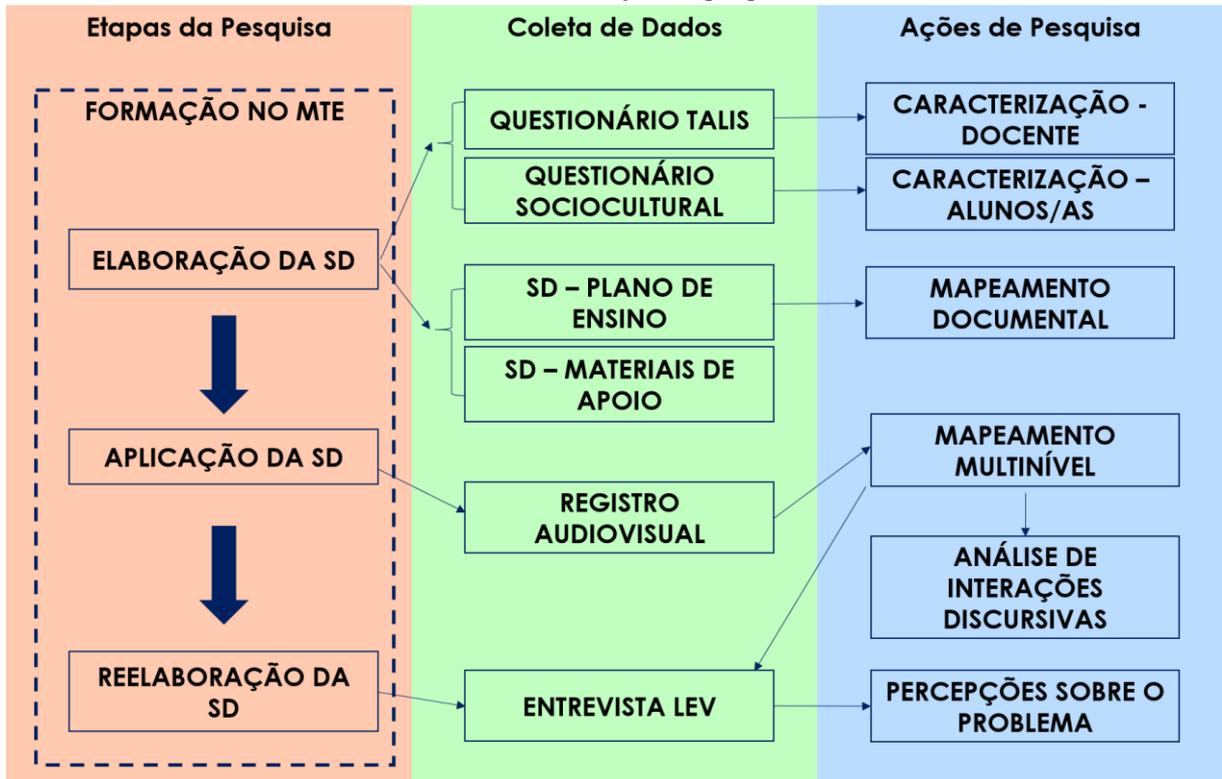


Fonte: Silva-Neto, 2016, p. 51.

No entanto, não devemos perder de vista a inserção da SD em um processo formativo de professores/as que tem por objetivo apresentar tanto na teoria como na prática o MTE como referencial teórico de planejamento e metodologia de ensino. Assim, na presente pesquisa, tal qual descrito para a disciplina de formação inicial de professores/as de Química citada no capítulo anterior, elaboramos uma metodologia pautada nos dois princípios discutidos até o

momento: a formação da professora Áurea no MTE e a produção longitudinal de dados ao longo das três fases do processo EAR. Desta forma, desenvolvemos como desenho metodológico para a pesquisa o esquema que está apresentado na **Figura 6** abaixo.

**Figura 6.** Organização do desenho metodológico da pesquisa com destaque para suas fases, instrumentos de coleta de dados e ações de pesquisa.



Nota: TALIS = *Teaching and Learning International Survey* e LEV = Lembrança Estimulada por Vídeo. Fonte: os autores.

Como é possível verificar pelo esquema, a formação da professora no MTE começou com a **Elaboração da SD**. A primeira etapa da pesquisa ocorreu entre os meses de janeiro e abril de 2018, num primeiro momento com encontros semanais presenciais de uma hora de duração nos quais eram discutidos textos que embasam a teoria sobre o MTE e a produção de SD. Previamente a cada encontro, enviávamos à professora um texto sobre o MTE para que Áurea efetuasse a leitura e elencasse eventuais dúvidas que surgissem. Então, presencialmente, discutíamos as dúvidas trazidas pela professora e apresentávamos os aspectos teóricos do MTE. Em conjunto com a leitura e discussão de textos, foi efetuada a produção da SD, num primeiro momento com o desenvolvimento do plano pelos pesquisadores e, posteriormente, de forma colaborativa com a professora em reuniões presenciais para leitura, discussão e avaliação do plano da SD, que foi validada internamente, e produção do material didático de apoio aos/às

alunos/as. Tanto o plano documental como o material de apoio podem ser visualizados, respectivamente, nos **Apêndices A e B** ao final do texto.

Nessa fase, os instrumentos de coleta de dados utilizados foram um questionário para caracterização da formação e atuação pedagógica da docente e um questionário sociocultural para caracterização do perfil dos/as estudantes para os/as quais seria aplicada a SD. Para tanto, a fim de caracterizar o perfil de Áurea, foi utilizado um questionário elaborado por Maceno, Lara e Giordan (2017) a partir da seleção e adaptação de questões do instrumento MS-12-01 (*Teacher questionnaire*) da *Teaching and Learning Internacional Survey* (TALIS), elaborado e aplicado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) nos anos de 2008 e 2013 para professores de diversos países (FREEMAN, O'MALLEY E EVELEIGH, 2010). A escolha desse instrumento se deu pelo fato de sua confiabilidade vista a validação já existente pela sua aplicação prévia, bem como a validação interna realizada em nosso grupo de pesquisa quando de sua adaptação. O questionário é composto por duas partes: a primeira, "Formação de Professores", conta com quatro questões e versa sobre práticas para desenvolvimento profissional, necessidades formativas e apreciação sobre o trabalho do/a professor/a por membros da gestão da escola, colegas ou membros externos à escola; e a segunda, "Práticas de Ensino, Concepções e Atitudes", conta com quatro questões e versa sobre práticas internas e externas à sala de aula, relações interpessoais e clima do ambiente escolar, satisfação com o trabalho, concepções pedagógicas e frequência de realização de atividades específicas em sala de aula (como visto de cadernos, apresentação de conteúdos e trabalhos em grupo). A versão completa do questionário pode ser vista no **Anexo B** do presente texto.

A caracterização do perfil dos/as alunos/as das turmas para as quais a SD seria aplicada foi realizada com base em um questionário sociocultural elaborado e aplicado pelo pesquisador em conjunto com a professora Áurea. O instrumento, que pode ser visto no **Apêndice C**, é composto por 11 questões, sendo que as quatro primeiras foram destinadas a uma apreciação geral do/a aluno/a, buscando identificar o local de sua residência e capacidade de acesso à informação. As questões de número 5 a 8 buscam investigar a relação do/a aluno/a com a disciplina de Química e planos posteriores à Educação Básica. Por fim, as questões de número 9 a 11 visam verificar o acesso das turmas ao serviço de saneamento básico, ou seja, recebimento de água tratada, coleta de esgoto e coleta seletiva de resíduos sólidos. O questionário foi aplicado a uma turma da 2ª série no início do ano letivo de 2018 e os dados levantados foram utilizados para a elaboração do plano de ensino da SD aplicada a essa turma.

Em abril de 2018 teve início a segunda etapa da pesquisa, a **Aplicação da SD**, cuja duração se estendeu até junho de 2018 e cujo principal instrumento de coleta de dados foi o

registro audiovisual das aulas. Para a coleta de dados de sala de aula, previamente à aplicação da SD foi realizada uma ambientação para que os/as alunos/as e a professora se habituassem à presença dos equipamentos e dos pesquisadores. Então, foi efetuado o registro audiovisual das aulas com o auxílio de duas câmeras digitais portáteis, uma denominada “Câmera Frontal” disposta ao fundo da sala ambiente de gravação para captação panorâmica das ações da professora e da turma, e outra denominada “Câmera Lateral”, inicialmente disposta à região lateral da sala para captação exclusiva das ações da professora e dos registros feitos em lousa ou tela de projeção, mas que posteriormente foi disposta à frente da sala de aula para captar a atividade dos alunos. O áudio foi captado a partir do uso de quatro gravadores digitais portáteis, sendo um reservado exclusivamente para a captação da fala da professora, e os outros três distribuídos pelos grupos de alunos/as no ambiente de gravação, sendo que, buscou-se reservar os mesmos gravadores para grupos específicos de alunos/as sugeridos pela professora Áurea.

Os croquis com os esquemas de disposição dos instrumentos de gravação nos ambientes escolhidos para a aplicação da sequência, isto é, o Laboratório Didático de Ciências, o Laboratório de Informática e a Sala de Vídeo podem ser consultados, respectivamente, nos **Apêndices D, E e F**. É importante salientar que todo o procedimento de coleta de dados foi efetuado mediante a autorização do uso de produções e imagens pela assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), pela professora e pelos/as responsáveis pelos/as estudantes, elaborado com base nas normas do Comitê de Ética da Comissão de Pesquisa da FEUSP. Os modelos de TCLE preenchidos e assinados pela professora e pelos/as responsáveis pelos/as estudantes podem ser vistos, respectivamente, nos **Apêndices G e H**.

Por fim, na etapa de **Reelaboração da SD**, foi efetuada, em agosto de 2018, uma entrevista por Lembrança Estimulada por Vídeo (LEV) com a professora Áurea a fim de investigar suas percepções sobre o problema sociocientífico desenvolvido na SD. Dempsey (2010) caracteriza a LEV como uma metodologia que nos auxilia a entender os padrões de interação e o comportamento dos indivíduos de um grupo social por meio do confronto do sujeito entrevistado com um registro audiovisual de suas ações num determinado contexto. Assim, para o autor, é possível promover uma recordação integral do momento vivenciado pelo sujeito de modo a poder questioná-lo/la quanto aos seus propósitos durante a interação, reações que eram esperadas do/a interlocutor/a e quais motivos o/a levaram a tomar tal caminho para a interação da forma como ela ocorreu, diferentemente de uma recordação simples, na qual o/a entrevistado/a poderia adquirir uma visão imaginativa, construindo aquilo que poderia ou deveria ter feito, sem explicitar os motivos reais do ocorrido.

Em nosso grupo de pesquisa a metodologia LEV já foi utilizada nas pesquisas de Aizawa (2016) e Sgarbosa (2018). Ambos os autores realizaram entrevistas LEV com o objetivo de explorar a percepção de licenciandos/as em Química sobre aspectos da comunicação multimodal na sala de aula, sobretudo o uso de gestos. Para tanto, realizaram a segmentação multinível dos registros audiovisuais de SD aplicadas pelos/as licenciandos/as e selecionaram episódios com alta frequência gestual para conduzir a LEV.

Tal como os autores citados acima, desenvolvemos um protocolo de entrevista dividido em três partes: na primeira, Apresentação, buscamos estabelecer uma biografia da carreira docente de Áurea, bem como suas percepções iniciais sobre o problema sociocientífico da SD e suas estratégias para mantê-lo como fio condutor das aulas; na segunda, Leitura Compartilhada, tínhamos por propósito efetuar a análise conjunta dos episódios com a professora, solicitando-lhe que descrevesse o que havia sido exibido e relacionasse aos seus propósitos; e na terceira, Auto-avaliação, solicitávamos que a professora fizesse uma análise de suas práticas durante a aplicação da SD. Devido ao escopo delimitado para o presente trabalho, não trataremos da entrevista LEV em sua integralidade, porém, utilizaremos alguns de seus resultados para incrementar a caracterização do perfil docente da professora na próxima seção.

Para fechar o ciclo formativo da professora no MTE, em dezembro de 2018 foi realizada uma reunião final para discutir sugestões para reelaboração da SD inicialmente planejada e, assim, refiná-la para uma nova possível aplicação posterior.

As ações de pesquisa não descritas nessa seção, isto é, o mapeamento documental do plano da SD e multinível da sua aplicação e também a análise das interações discursivas serão apresentadas e discutidas de forma pormenorizada, respectivamente, nos Capítulos 4 e 5, uma vez que para cada metodologia de análise utilizamos categorias específicas baseadas nos propósitos das atividades e do discurso da sala de aula, sendo assim, optamos por detalhá-las nos seus respectivos capítulos a fim de deixá-las próximas de seus objetos de investigação, bem como facilitar sua recuperação durante a leitura.

### **3.2 Caracterização do Cenário de Pesquisa**

A partir dos procedimentos descritos até o momento, passamos agora à caracterização do cenário de pesquisa, que será feita em três etapas: primeiro, da escola, com destaque para informações gerais e de sua infraestrutura; segundo, do perfil docente da professora Áurea com base no questionário TALIS; e por fim, dos/as alunos/as participantes da pesquisa, com base no questionário sociocultural construído junto da professora.

### 3.2.1 Caracterização da Escola

A SD produzida foi aplicada em uma escola pública da rede estadual de Educação de São Paulo localizada no centro do município de Embu das Artes (SP), próxima à Rodovia BR-116 (Régis Bittencourt) que liga as cidades de São Paulo e Curitiba (PR) e ao centro turístico comercial que mobiliza a economia da cidade. A escola possui mais de seis décadas de existência e é considerada uma das escolas públicas mais tradicionais do município, recebendo alunos de Embu das Artes, Cotia, Itapeverica da Serra e Taboão da Serra. No ano de 2018 a escola contou com um total de 1208 matrículas, sendo estas distribuídas entre os anos finais do Ensino Fundamental (EF; 260), o Ensino Médio (EM; 584), a Educação de Jovens e Adultos (348) e a Educação Especial (16).<sup>3</sup>

Com relação à sua infraestrutura, podem-se destacar a presença de 13 salas de aula; um Laboratório Didático de Ciências equipado com uma diversidade de materiais e reagentes para a execução de atividades experimentais; um Laboratório de Informática equipado com 27 computadores em funcionamento e com acesso à Internet banda larga; uma Sala de Leitura com acervo constituído por livros didáticos, livros de literatura geral e revistas disponíveis para empréstimo aos/às alunos/as; Sala de Vídeo com aparelho de *home theater*, projetor e tela; Pátio; Quadra Poliesportiva coberta; e salas administrativas, como a Secretaria, a Sala da Direção, a Sala da Coordenação e a Sala dos Professores. Com todas essas características, consideramos que a estrutura da escola auxiliou o desenvolvimento da pesquisa, vista a disponibilidade de vários ambientes para condução das atividades, sendo que eram levados à escola somente aparelhos e reagentes específicos para as práticas de análise de água.

### 3.2.2 Caracterização da Professora

Como mencionado anteriormente, no decorrer da pesquisa acompanhamos a professora de Química da escola, Áurea, licenciada e bacharela em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina. Áurea possui 18 anos de experiência docente, sendo professora efetiva na escola em questão desde 2016. No ano letivo de 2018 Áurea trabalhou na escola onde foi desenvolvida a pesquisa, responsável por todas as turmas de Ensino Médio, de segunda à sexta no período matutino e às terças e quintas no período vespertino e também como professora contratada em uma Escola Técnica Estadual no curso de Técnico em Meio Ambiente.

Na entrevista LEV, Áurea deu mais detalhes de sua biografia profissional, relatando que iniciou sua atividade um ano após seu ingresso no curso de graduação, em 2001, trabalhando

---

<sup>3</sup> Dados extraídos do site QEdu (Fundação Lemann), com base no Censo Escolar de 2018 efetuado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep).

como estagiária da área de Ciências para a Educação Infantil e o EF em um colégio privado. Posteriormente, trabalhou como professora no Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Santa Catarina, novamente como professora de Ciências. Próximo à conclusão de sua graduação, Áurea conta que passou a trabalhar em uma indústria química, na área de treinamento de pessoal, então, embora distante da sala de aula, julga que tal experiência também pode ser levada em conta, pois lidava com o ensino dos profissionais da empresa. Por fim, desde 2014, trabalha como professora de Química para o EM na rede estadual de Educação de São Paulo.

Com relação ao Ensino de Ciências, Áurea relata que no início de sua carreira teve de se dedicar aos estudos de Biologia, pois muitos dos conteúdos estudados na disciplina de Ciências na etapa do EF advêm dessa área de conhecimento, sendo aqueles relacionados às disciplinas de Física e Química relegados aos dois últimos anos finais do EF. Além disso, destaca que tratou a experiência como um grande desafio, visto que o trabalho com as crianças difere daquele com os adolescentes. Destacou a importância de um planejamento de ensino bem estruturado, pois a curiosidade das crianças as leva a trazer muitos assuntos ao longo da aula e, Áurea considera que um bom planejamento auxilia os/as professores/as a lidar com essa face curiosa das crianças.

Áurea iniciou o trabalho com o Ensino Médio em julho de 2014, porém destaca que de início se sentia muito frustrada com seu desempenho e de seus/suas alunos/as, pois conta que chegou à sala de aula com a intenção de trabalhar a disciplina de Química da forma como havia aprendido em sua graduação e trabalhava com os/as alunos do colégio técnico e do treinamento profissional. Desta forma, por considerar que seus/suas alunos/as não estavam acostumados com tal ritmo de trabalho, ficou insatisfeita com sua performance. Porém, destaca posteriormente que no ano de 2015 trabalhou em uma escola com professores mais experientes e cita, sobretudo, a presença de uma professora de História e um professor de Educação Artística que traziam práticas inovadoras à sala de aula (sem citar quais eram) e, por meio do diálogo com os colegas, repensou as suas próprias práticas e, desta forma, considerou que sua performance passou a melhorar na sala de aula.

Passando para o questionário de caracterização, na primeira parte, “Formação de Professores” (FREEMAN, O’MALLEY E EVELEIGH, 2010), a questão 1 (9 assertivas), visa captar o envolvimento dos/as professores/as em atividades de formação continuada e desenvolvimento profissional e o impacto dessas em sua formação pessoal, sendo as assertivas 1 a 7 referentes a atividades formais (cursos, oficinas, treinamentos) e as assertivas 8 e 9 referentes a atividades informais (estudos pessoais e diálogos com colegas). Áurea assinalou

sua participação em duas atividades formais – assertivas 1 e 5 – que, porém, tiveram pouco impacto em sua formação, ao contrário das duas atividades informais das quais afirmou ter participado – alternativas 8 e 9 – que, foram julgadas pela professora como atividades de grande impacto. A assertiva 8 versa sobre leitura de produções acadêmicas sobre Educação e a assertiva 9 versa sobre diálogos com os colegas, desta forma, podemos inferir que a professora procura estudar textos referentes à sua área de atuação bem como estabelecer trocas com os colegas para aprimoramento da sua prática.

A questão 2 (11 assertivas) busca investigar quais são as necessidades formativas sentidas pelos/as professores/as, sendo as assertivas 1 a 5, 8, 10 e 11 referentes a necessidades pedagógicas e as assertivas 6, 7 e 9 referentes a necessidades relacionados ao ensino para a diversidade. Áurea assinalou um alto nível de necessidade em todas as assertivas dessa questão, exceto a última. Longe de significar que a professora teve falhas em sua formação inicial que justificariam as necessidades assinaladas, podemos inferir, pela sua experiência, que na realidade ela possui um elevado nível de consciência sobre sua prática, o que a leva a reconhecer a necessidade de sempre aprimorá-la para melhor conduzir as atividades com os/as alunos/as.

As questões 3 e 4 estão relacionadas à apreciação do trabalho desenvolvido pelos/as docentes por membros da gestão, outros/as docentes e membros externos à escola e quais aspectos são destacados por esses sujeitos nessas apreciações. À questão 3 (4 assertivas), Áurea respondeu que recebe apreciações semestrais da direção e apreciações mensais da coordenação pedagógica, mas nunca recebeu apreciações de outros/as professores/as da escola ou membros externos a ela. As assertivas da questão 4 (13 no total) se dividem em dois grupos: 1 a 3, 7, 9, 10, 11 e 13 referentes a apreciações sobre a performance individual do/a professor/a e 4 a 6, 8 e 12 referentes a apreciações sobre a relação do/a professor/a com o coletivo da escola. Áurea atribuiu muita importância às assertivas sobre o coletivo 4, 8 e 12, que versam sobre a relação com os/as estudantes, e às assertivas sobre o desempenho individual 7, 9, 10, 11 e 13, que versam sobre práticas de sala de aula e extracurriculares e o seu desenvolvimento como docente. Assim, podemos inferir que Áurea prioriza o reconhecimento do estabelecimento de boas relações com seus/suas alunos/as e do seu desempenho como docente em sala de aula.

Com relação à segunda parte do questionário (FREEMAN, O’MALLEY E EVELEIGH, 2010), “Práticas de Ensino, Concepções e Atitudes”, a questão 1 (9 assertivas) busca investigar as concepções de ensino apresentados pelos/as professores/as, sendo as assertivas 1, 2, 4, 6 e 7 referentes a docentes que se identificam com um ensino transmissivo e as assertivas 3, 5, 8 e 9 referentes a docentes que se identificam com um ensino baseado em problemas. Áurea demonstrou concordância com a assertiva 1, que afirma que bons professores demonstram o

caminho para resolução de um exercício, e com a assertiva 8, que afirma que os alunos devem ser autorizados a pensar soluções para um problema sem intervenções diretas do/a professor. Tais assertivas estão relacionadas a concepções divergentes de ensino e, além disso, Áurea demonstrou discordância com todas as outras assertivas da questão. Assim, para interpretar esse resultado faremos primeiro a apresentação e discussão das respostas da professora à questão 4, que investiga as práticas efetuadas em sala de aula, antes de discutir as questões 2 e 3.

A quarta questão (17 assertivas) apresenta três grupos de práticas pedagógicas: as assertivas 1 a 3, 5, 7 a 9, 12, 14 e 16 definem o grupo das “Práticas estruturantes”, organizadas e conduzidas exclusivamente pelo/a professor; as assertivas 4, 6 e 11 definem o grupo das “Práticas para os estudantes”, ou seja, voltada para a participação dos/as estudantes; e as assertivas 10, 13, 15 e 17 definem o grupo das práticas de “Reforços, melhorias ou aprimoramento”, na qual estudantes produzem materiais em grupo. Áurea assinalou que realiza com maior frequência Práticas Estruturantes – assertivas 1, 3, 7, 8, 9, 14 e 16 – desta forma, podemos concluir a partir da análise conjunta das respostas da professora às questões 1 e 4 que, mesmo não apresentando concepções relacionadas totalmente a um ensino tradicional, as práticas desenvolvidas por Áurea ainda indicam uma tendência ao ensino por transmissão direta em suas aulas.

Para finalizar a caracterização do perfil da professora, as questões 2 e 3 (ambas com 11 assertivas) visam investigar, respectivamente, as relações interpessoais entre professores/as e seus pares e coordenação, e o ambiente escolar na qual o/a docente está inserido. Para a segunda questão, as assertivas 1 a 7 tratam do intercâmbio entre coordenação pedagógica e o coletivo de professores/as e as assertivas 8 a 11 tratam da colaboração profissional entre os/as diferentes professores/as da escola. Áurea assinalou que as ações de maior frequência (semanal) efetuadas pela equipe foram as assertivas 4, 6 e 7, que versam sobre reuniões para estabelecer metas de aprendizagem, discutir o desenvolvimento dos alunos e trocar materiais, e 8 e 10, que versam sobre ensinar em conjunto com outros/as professores/as para uma mesma classe ou para diversas classes. Além disso, assinalou que uma ação efetuada anualmente é a discussão e escolha dos livros didáticos – assertiva 3. Essas respostas podem estar relacionadas aos encontros semanais denominados Aulas de Trabalho Pedagógico Coletivo (ATPC) realizados nas escolas estaduais para discussão das atividades realizadas na escola.

Para a questão 3, as assertivas 1 a 4 tratam da satisfação do/a professor/a com seu trabalho e as assertivas 5 a 11 tratam do clima predominantes no ambiente escolar. Áurea afirmou discordar de todas as assertivas relacionadas à sua satisfação pessoal, exceto a assertiva 3, que versa sobre o esforço pessoal do/a docente para conseguir melhorias no seu desempenho.

Isso está profundamente relacionado às respostas fornecidas na questão 2 da primeira parte do questionário, visto que a insatisfação da professora sobre seu trabalho pode indicar uma consciência de sua prática e a constante necessidade de aprimoramento. Áurea também discordou de todas as assertivas relacionadas ao clima da escola, exceto a assertiva 10, que versa sobre os assuntos tratados nas reuniões pedagógicas, a saber, as metas de aprendizagem dos estudantes. Podemos inferir daí duas conclusões: a primeira, de que as relações da escola são de certa forma conturbadas, embora, a professora Áurea priorize boas relações com os/as estudantes e colegas; e a segunda, de que, como já afirmado anteriormente, existem encontros entre professores/as e coordenação para discussão do desenvolvimento dos/as estudantes.

De forma geral, podemos caracterizar Áurea como uma professora que, devido aos anos de experiência em sala de aula, tem bastante consciência de suas práticas e busca sempre aprimorá-las, e que desenvolve atividades, sobretudo, voltadas a um ensino mais transmissivo. Vale salientar que o propósito de conhecer as concepções e práticas da professora de forma alguma teve a intenção de criticá-la, pelo contrário, a caracterização inicial de suas práticas foi importante para estabelecer um processo dialógico na etapa de formação da professora no MTE com vistas a articular as práticas que já desenvolvia a outras alternativas fundamentadas nos eixos que estruturam o modelo.

### 3.2.3 Caracterização dos Alunos

O questionário de caracterização sociocultural foi aplicado para os/as estudantes de uma turma da 2ª série do EM que foi selecionada para a aplicação da SD com o intuito de extrair informações de sua realidade para a descrição no documento da SD, conforme discutido no capítulo anterior, sendo que, no total, houve 32 respondentes. Após as respostas dos alunos em um formulário digital, os dados foram tratados e geraram as informações que podem ser vistas na **Tabela 1**. Os/as alunos/as possuíam, no momento da aplicação do questionário, em média, 16 anos, residiam (questão 1) em Embu das Artes (84%), Cotia (13%) e Itapeverica da Serra (3%), e apenas uma pequena parte (19%) conciliava estudo e trabalho (questão 2).

A questão 3 dizia respeito à relação dos alunos com a Internet: se possui acesso, forma de acesso e principais páginas acessadas. A grande maioria dos alunos (97%) possui acesso à internet, sendo suas principais formas *smartphones* (56%), computador (32%) e *tablets* (12%). As páginas que os/as alunos/as mais costumavam acessar correspondem a páginas de entretenimento, redes sociais (36% cada), portais de estudo (11%) e portais de notícias (2%). Com relação às principais fontes que utilizavam para buscar informações (questão 5) as respostas foram a Internet (67%), a televisão (22%), jornais (8%) e revistas (3%). Desta forma,

verificou-se a intimidade dos/as alunos/as com o meio digital, aspecto que foi explorado durante a aplicação da SD conforme será apresentado posteriormente no texto.

As questões 6, 7 e 8 diziam respeito à relação dos alunos com a disciplina de Química. Grande parte dos alunos e alunas (77%) afirmou gostar da disciplina de Química (questão 6), mesmo relatando dificuldades a ela associadas, sendo que as atividades realizadas nas aulas que mais os/as agradam (questão 7) são os experimentos (80%), discussões, pesquisas e exercícios (6% cada). Quando perguntados/as sobre a relevância da disciplina de Química em seu contexto extraescolar (questão 8), 88% julgam-na relevante, 3% não a consideraram relevante e 9% responderam que a relevância vai de acordo com a profissão que se deseja seguir. As turmas também foram questionadas sobre seus planos posteriores à educação básica (questão 9), sendo que 81% dos alunos e alunas já possuem planos ao fim do Ensino Médio, sendo os principais a continuidade dos estudos e a busca por emprego.

**Tabela 1.** Dados de caracterização sociocultural dos estudantes participantes da pesquisa.

<b>Aspecto considerado</b>		<b>%</b>
<b>Município de origem</b>	Cotia	13
	Embu das Artes	84
	Itapecerica da Serra	3
	<b>Total</b>	<b>100</b>
<b>Concilia estudo/trabalho</b>	Sim	19
	Não	81
	<b>Total</b>	<b>100</b>
<b>Acesso à Internet</b>	Sim	97
	Não	3
	<b>Total</b>	<b>100</b>
<b>Instrumentos de acesso à Internet</b>	Computador	32
	Smartphone	56
	Tablet	12
	<b>Total</b>	<b>100</b>
<b>Páginas que costuma acessar</b>	Entretenimento	36
	Estudo	11
	Portais de notícias	2
	Redes sociais	36
	Não respondeu	15
	<b>Total</b>	<b>100</b>
<b>Fontes para pesquisa e consulta de informações</b>	Internet	75
	Revistas	6
	Televisão	19
	<b>Total</b>	<b>100</b>
<b>Preferência pela disciplina de Química</b>	Sim	77
	Não	23
	<b>Total</b>	<b>100</b>
<b>Atividades preferidas nas aulas de Química</b>	Atividades de campo	2
	Discussões	6
	Exercícios	6
	Experimentos	80
<b>(continua)</b>		

<b>(continuação da Tabela 1)</b>		
<b>Atividades preferidas nas aulas de Química</b>	Pesquisas	6
	<b>Total</b>	<b>100</b>
<b>Relevância da Química para a vida extraescolar</b>	Relevante	88
	Irrelevante	3
	De acordo com a profissão	9
	<b>Total</b>	<b>100</b>
<b>Planos após a Educação Básica</b>	Sim	81
	Não	19
	<b>Total</b>	<b>100</b>
<b>Fonte da água consumida</b>	Água distribuída pela Sabesp	87,5
	Poço artesiano	12,5
	<b>Total</b>	<b>100</b>
<b>Fonte de coleta de esgoto</b>	Coleta pela Sabesp	59
	Fossa séptica	25
	Não sei/Outros	16
	<b>Total</b>	<b>100</b>
<b>Serviço de coleta seletiva no bairro de residência</b>	Sim	44
	Não	56
	<b>Total</b>	<b>100</b>
—		
<b>Total de respondentes</b>		<b>32</b>

Fonte: os autores.

As questões 10, 11 e 12 investigavam o acesso aos processos de saneamento básico. As fontes da água consumida pelos alunos (questão 10) são a água distribuída pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp; 87,5%) e poço artesiano (12,5%). Já em relação ao esgoto (questão 11), a coleta pela Sabesp corresponde a 59%, 25% utilizam fossa séptica, e 16% não souberam responder ou possuem outros meios de coleta de esgoto. Com relação aos resíduos sólidos (questão 12), 56% dos alunos relataram que não existe coleta seletiva em seu bairro e 44% responderam afirmativamente.

A partir desses dados foi possível, então, verificar que a instrução das turmas quanto aos processos de saneamento básico era de grande importância para que pudessem compreender aspectos de sua realidade a partir da integração de suas demandas sociais ao conhecimento químico. Portanto, no próximo capítulo serão apresentados os aspectos do tema sociocientífico e da problematização associada à SD produzida para a coleta de dados, além dos mapeamentos do plano de ensino e dos registros de sala de aula a fim de analisar como a problematização foi estruturada ao longo das duas dimensões referidas.

## **Capítulo 4: Mapeamento da Sequência Didática “Você sabe o que tem na água do córrego Pirajussara?”**

Para atingir o objetivo proposto inicialmente em nosso trabalho, isto é, estudar a construção discursiva da problematização tomando como base a perspectiva sociocultural de planejamento de ensino que embasa o MTE, devemos voltar nossa atenção para um instrumento capaz de integrar o trabalho docente às necessidades de pesquisa (GIORDAN, GUIMARÃES E MASSI, 2011). Para tanto, escolhemos analisar a produção e a aplicação de uma SD planejada com base no MTE para verificar como o problema sociocientífico que dita a ordem das suas atividades emerge ao contexto comunicacional na sala de aula.

No capítulo anterior, sinalizamos que a metodologia de caracterização da SD foi realizada a partir dos mapeamentos do seu plano documental e da sua aplicação. Assim, este capítulo tem por intuito apresentar os resultados obtidos para a SD intitulada “Você sabe o que tem na água do córrego Pirajussara?”, utilizada com fonte de coleta dos dados analisados na pesquisa. Para tanto, o capítulo está dividido em quatro seções: na primeira, serão apresentados os procedimentos metodológicos do processo de mapeamento do plano e da aplicação da SD; na segunda, apresentaremos uma discussão sobre o tema sociocientífico da SD construída para a pesquisa e sua problematização; na terceira, faremos análises quanti e qualitativas comparativas das categorias referentes ao contexto comunicacional e aos propósitos das atividades planejadas e executadas; e por fim, na quarta seção, apresentaremos uma síntese dos resultados obtidos e encaminhamentos para o próximo capítulo.

### **4.1 Metodologia de Mapeamento em Multinível da SD**

Para investigar como se dá o processo de problematização em sala de aula por meio do discurso mobilizado pela professora e pelos/as alunos/as ao longo da SD, devemos, num primeiro momento, identificar no seu plano de ensino e na sua aplicação os aspectos relacionados ao discurso da sala de aula que se dirigem à problematização do tema sociocientífico.

Como apresentado no Capítulo 2, ao se redigir o plano de ensino de uma SD, para cada atividade que será desenvolvida em sala de aula existem descritores específicos que se relacionam à forma como o/a professor/a irá conduzir as ações com a turma. Dois desses descritores são os propósitos e o contexto comunicacional. Segundo a orientação sociocultural do MTE, é necessário explicitar o propósito de cada atividade para que se entenda a relação entre o seu desenvolvimento e a resolução do problema da SD. O mesmo vale para o contexto

comunicacional, visto que ele é a descrição da forma como dar-se-á o desenvolvimento do discurso em sala de aula.

Assim, escolhemos mapear, identificar e contabilizar estes dois descritores em especial, pois as atividades que se inserem em uma SD podem apresentar uma variedade de propósitos que podem cumprir funções diferentes como fornecer orientações para uma determinada atividade, apresentar um novo conteúdo, levantar ideias prévias sobre o problema ou até mesmo aplicar os conteúdos estudados na compreensão do problema e, a depender da especificidade do propósito da atividade, uma modalidade de discurso pode ser observada, isto é, uma forma de discurso mais fechada e centrada na fala da professora quando do fornecimento de instruções ou, em outro caso, um discurso mais aberto às proposições dos estudantes quando da exposição de opiniões sobre o problema sociocientífico.

Para tanto, efetuamos o mapeamento da SD desenvolvida em duas etapas: na primeira, observamos os tipos de propósito e contextos comunicacionais no plano documental, e na segunda, observamos os mesmos descritores na aplicação da SD em sala de aula. A metodologia de mapeamento documental foi desenvolvida por Sgarbosa (2018), a qual teve por objetivo em sua dissertação estudar como aspectos da comunicação multimodal (KRESS *et al.*, 2001; JEWITT, 2005) estão articulados aos descritores que organizam o texto do plano de ensino de SD. A fim de identificá-los, a autora o fez levando em conta quatro etapas de análise: num primeiro momento, a criação do mapa documental para obter uma visão ampla dos descritores das atividades da SD; seguida da análise da problematização apresentada no texto do plano para avaliar os fatores científicos e sociais mobilizados e sua articulação; na terceira etapa, realizou a análise dos diferentes contextos (comunicacional, situacional e mental) descritos para avaliar seu encadeamento embutido no plano; e por fim, para atingir o objetivo de seu trabalho, caracteriza os aspectos multimodais do plano analisando os materiais de apoio descritos e a organização espacial da sala de aula.

Como traz Sgarbosa (2018):

Nos mapeamentos documentais não especificamos os conteúdos químicos ou aspectos da problematização abordados em cada atividade, pois nesse primeiro momento nosso objetivo era ter uma visão mais ampla da associação [dos diferentes tipos de propósito] (discussão, apresentação e retomada do conteúdo ou da problematização, levantamento de concepções, realização de exercícios e orientação de atividades) (SGARBOSA, 2018, p. 76).

Portanto, assim como a autora e devido ao escopo para o trabalho, não apresentaremos uma análise detalhada dos conteúdos químicos mobilizados e sua articulação com o problema,

ao contrário, analisamos a distribuição de propósitos e contextos comunicacionais para avaliar a dinâmica discursiva da problematização na sala de aula. Além destes aspectos, também apresentaremos uma discussão sobre o tema sociocientífico escolhido para a SD e sua respectiva problematização para identificar os fatores levados em conta na elaboração do plano e a questão desencadeadora colocada para sustentar a narrativa da sequência.

É importante salientar que, não obstante a importância do planejamento de ensino para orientar a ação docente em sala de aula, diversos fatores contextuais podem levar a desvios entre o que está explicitado no plano e o que de fato acontece em sala de aula. Logo, tal qual fizemos para o plano documental, utilizamos os mesmos descritores (propósito da atividade e contexto comunicacional) para avaliar sua distribuição na aplicação da SD em sala de aula, de modo que, após sua contabilização, foi possível estabelecer uma comparação entre os descritores planejados e os de fato executados. Aliando, então, o mapeamento documental à metodologia de mapeamento multinível apresentada no Capítulo 3, caracterizamos os descritores observados para os episódios de cada aula da SD (Nível II de análise), visto que, mesmo que no plano de ensino a descrição seja feita considerando a atividade como unidade organizadora da aula, ao se observar o seu desenvolvimento, podemos verificar que cada atividade se desdobra em diferentes episódios que ditam as fases de sua evolução ao longo do tempo.

Para efetuar, os mapeamentos utilizamos o software NVivo 10 da *QSR International* que funciona como uma espécie de banco de dados no qual o texto do plano de ensino e os vídeos registrados podem ser armazenados e categorizados de acordo com os descritores escolhidos. Além disso, o programa também nos permite efetuar o cruzamento entre diferentes categorias, fornecendo uma análise completa na qual não somente a frequência de cada descritor é avaliada, como também a articulação entre eles. Passemos, então, para as categorias utilizadas na análise dos descritores selecionados.

#### **4.1.1 Propósitos das Atividades**

Ao escolher realizar uma atividade em uma SD, o/a professor/a deve ter claro em sua mente o porquê de inserir aquela atividade em seu plano, motivo que é direcionado pelo problema sociocientífico que estrutura a narrativa da SD. Contudo, não podemos esquecer que as ações realizadas em sala de aula não necessariamente estão todas articuladas para a resolução do problema inicialmente posto. Assim, podemos observar ao longo de uma aula ou até de uma mesma atividade o desenvolvimento de diferentes propósitos que são orquestrados para ditar o andamento dos acontecimentos na sala de aula.

Para caracterizar os propósitos mobilizados, partimos das categorias gerais propostas por Sgarbosa (2018, p. 81-85), que os caracteriza como relacionados à gestão da sala de aula, aos conteúdos científicos, à problematização da SD e à articulação entre o conteúdo e a problematização. A partir, então, da leitura de cada propósito descrito para as atividades da SD e dos registros audiovisuais da sua aplicação, subdividimos cada classe geral em propósitos específicos que serão descritos nessa seção.

Os propósitos de **Gestão** da sala de aula que identificamos foram: **Apresentar a SD**, que correspondia à proposição do projeto à turma; **Concluir a SD**, ao final da sequência para sintetizar as atividades realizadas ao longo de todas as aulas; **Concluir a aula**, para efetuar o fechamento de cada aula da SD; **Fazer encaminhamentos**, que correspondia a apresentar sucintamente o tema e as atividades da aula posterior; e **Orientar a atividade**, para fornecer instruções e organizar a turma para a execução de uma atividade.

Os propósitos relacionados ao **Conteúdo** identificados foram: **Apresentar conteúdo**, portanto, momentos em que a professora introduzia um novo conteúdo aos alunos; **Discutir conteúdo**, para momentos de discussões de experimentos ou simulações para formalizações conceituais; **Explorar simulação relacionada ao conteúdo**, para atividades com simulações digitais sobre o conteúdo químico da SD; **Revisar conteúdo**, para retomar conteúdos estudados em aulas anteriores; **Realizar exercício relacionado ao conteúdo**, para momentos de resolução de exercícios relacionados exclusivamente ao conteúdo químico; e **Realizar experimento relacionado ao conteúdo**, para práticas experimentais com o fim de estudar fenômenos que envolvam aos conceitos químicos correlatos.

Os propósitos relacionados à **Problematização** da SD foram: **Apresentar problematização**, para momentos em que a professora introduzia os aspectos sociocientíficos relacionados ao problema a ser estudado; **Discutir problematização**, quando tais aspectos eram submetidos a avaliação e exposição de opiniões pelos/as alunos/as; **Observar campo**, para a atividade de visita e observação do ambiente do córrego e coleta da amostra de água; e **Retomar problematização**, para momentos em que a professora fazia retomadas ao problema sociocientífico ao longo da SD.

E por fim, os propósitos de **Articulação entre Conteúdo e Problematização (C&P)** identificados foram: **Discutir conteúdo e problematização**, para momentos em que a professora e os/as alunos/as realizavam uma discussão para relacionar o conteúdo químico ao problema sociocientífico; **Realizar exercício de articulação entre conteúdo e problematização**, para a resolução de um exercício no qual os alunos mobilizavam o conteúdo químico para entender um estudo de caso baseado no problema sociocientífico da SD; e

**Realizar experimento de articulação entre conteúdo e problematização**, para as atividades experimentais relacionadas à coleta de dados para resolução do problema inicialmente colocado.

#### **4.1.2 Contexto Comunicacional**

No Capítulo 2, ao explorar a noção de contexto sob o viés sociocultural (EDWARDS E MERCER, 1987), expusemos que uma das naturezas de contexto presentes na sala de aula é o comunicacional ou linguístico que se refere à condução do discurso na sala de aula. Para apresentar de forma sistematizada o contexto comunicacional do planejamento de ensino, optamos por utilizar as categorias de Abordagem Comunicativa desenvolvidas por Mortimer e Scott (2003) para avaliar a forma como se dá o desenvolvimento do discurso em sala de aula.

Mortimer e Scott (2003, p. 34-39) definem a Abordagem Comunicativa como a forma com a qual o/a professor/a conduz e trabalha discursivamente diferentes ideias com os/as estudantes na sala de aula. Os autores sugerem tal categoria de análise com base nas proposições da Teoria da Enunciação de Bakhtin (2006), que caracteriza o processo enunciativo como o estabelecimento de um diálogo no qual locutor e interlocutor interagem e combinam diferentes vozes para se fazer comunicar. A partir disso, estabelecem duas dimensões para a abordagem comunicativa na sala de aula. A primeira diz respeito ao estabelecimento ou não de interação com a turma, sendo caracterizada como Interativa, quando professor/a e alunos/as ou esses últimos entre si promovem um intercâmbio de falas, ou Não-Interativa, quando somente há espaço para a fala de um interlocutor. A segunda dimensão diz respeito a quais ideias circularão pela sala de aula e serão consideradas no andamento do discurso, sendo considerada como De Autoridade, quando somente um ponto de vista é evidenciado no discurso (usual, mas não unicamente o da Ciência), ou Dialógica, quando existe uma interanimação entre as vozes da esfera científica e da esfera social da qual os/as alunos/as participam, admitindo, portanto, uma diversidade de pontos de vista no discurso.

É possível, então, combinar as duas dimensões para produzir quatro classes de abordagens comunicativas: Não-Interativa, De Autoridade (que corresponderia, por exemplo, a uma atividade de exposição de conteúdo, na qual somente o/a professor/a expõe os conceitos científicos); Interativa, De Autoridade (p.e. uma atividade de discussão dos resultados de um experimento, na qual o/a professor/a direciona os/as estudantes para o conceito científico que explica os fenômenos observados); Não-Interativa, Dialógica (embora menos comum e mais difícil de caracterizar, pode corresponder, por exemplo, à enumeração efetuada pelo/a professor/a de ideias trazidas à sala de aula pelos/as alunos/as); e Interativa, Dialógica (p.e. o levantamento de ideias prévias sobre um determinado conteúdo).

Ao caracterizar a Abordagem Comunicativa desenvolvida é possível, então, verificar num nível macro como a professora escolheu conduzir o discurso na sala de aula. Vale salientar também que, conforme apresenta Silva (2015),

caracterizar o discurso do professor como dialógico ou de autoridade implica determinar quais particularidades encontram-se predominantes em seu discurso, ainda que em uma determinada situação a caracterização pode ser imediata e em outras ela pode ser de difícil identificação (SILVA, 2015, p. 17).

Portanto, para nossa análise, a fim de oferecer neste primeiro momento uma visão geral da dinâmica discursiva desenvolvida, buscamos categorizar para cada episódio da aplicação da SD a abordagem comunicativa predominante.

O **Quadro 1** sintetiza as categorias de Propósitos das Atividades e Abordagens Comunicativas escolhidas para o mapeamento do plano documental da SD e da sua aplicação em sala de aula, explicitando ao lado de cada categoria, as siglas que foram criadas para sua respectiva identificação. Quando da aplicação em sala de aula, criamos uma categoria alternativa para os propósitos das atividades e a abordagem comunicativa, identificada como Sem Categoria (SC), utilizada para momentos em que a professora não possuía propósitos tanto com relação ao andamento aula como com relação ao discurso. Esses momentos foram identificados, sobretudo, no início da aula com a chegada dos alunos, acomodação no ambiente e distribuição de apostilas, e no final da aula com a dispensa da turma. Feita essa caracterização, nas próximas seções apresentaremos e discutiremos os resultados obtidos em nossa pesquisa.

#### **4.2 Aspectos do Tema Sociocientífico e da Problematização da SD**

A SD elaborada para a coleta de dados tem o título “Você sabe o que tem na água do córrego Pirajussara?” e apresenta como tema sociocientífico a qualidade da água do córrego Pirajussara, importante fonte de água localizada na parte oeste da Região Metropolitana de São Paulo. A partir desse tema construímos a problematização acerca das políticas de saneamento básico vigentes em nosso país e na situação social do entorno do córrego. Assim, essa seção se destina a apresentar e discutir tais características.

**Quadro 1.** Classes de propósitos das atividades e abordagens comunicativas selecionadas para o mapeamento documental e da aplicação da SD.

<b>Categorias de Análise para o Mapeamento Documental e da Aplicação</b>		
<b>Propósitos das Atividades</b>	Gestão	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Apresentar a SD</li> <li>➤ Concluir a SD</li> <li>➤ Concluir a aula (CA)</li> <li>➤ Fazer encaminhamentos (FE)</li> <li>➤ Orientar a atividade (OA)</li> </ul>
	Conteúdo	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Apresentar conteúdos (AC)</li> <li>➤ Discutir conteúdos (DC)</li> <li>➤ Explorar simulação relacionada ao conteúdo (ESC)</li> <li>➤ Revisar conteúdo (RC)</li> <li>➤ Realizar exercício relacionado ao conteúdo (RExC)</li> <li>➤ Realizar experimento relacionado ao conteúdo (REC)</li> </ul>
	Problematização	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Apresentar problematização (AP)</li> <li>➤ Discutir problematização (DP)</li> <li>➤ Observar campo (OC)</li> <li>➤ Retomar problematização (RP)</li> </ul>
	Articulação entre Conteúdo e Problematização	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Discutir conteúdo e problematização (DCP)</li> <li>➤ Realizar exercício de articulação entre conteúdo e problematização (RExCP)</li> <li>➤ Realizar experimento de articulação entre conteúdo e problematização (RECP)</li> </ul>
<b>Abordagens Comunicativas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Não-Interativa; De Autoridade (N/A)</li> <li>➤ Não-Interativa; Dialógica (N/D)</li> <li>➤ Interativa; De Autoridade (I/A)</li> <li>➤ Interativa; Dialógica (I/D)</li> </ul>	

Fonte: Os autores, a partir de Sgarbosa (2018) e Mortimer e Scott (2003).

#### 4.2.1 A Água como Proposta de Ensino numa Perspectiva CTSA

Como destaca Quadros (2004):

Sendo a água tão importante para a nossa vida e estando tão abundante no nosso planeta, ela se constitui em um assunto importante que permite trazer para o contexto os conceitos químicos que, por sua vez, podem permitir a formação do pensamento químico (QUADROS, 2004, p. 27).

A autora faz tal afirmação sobretudo no sentido de tornar a água um contexto de ensino, visto que a partir da noção de água como substância química é possível mostrar aos/às estudantes que ela não é diferente da água que consomem, mas que, pelo contrário, todo o comportamento da água potável pode ser estudado com base nos conceitos da Química (QUADROS, 2004). E, de fato, o uso da água como tema gerador para as aulas de Química é um aspecto reconhecido e citado na literatura.

Com relação a propostas de ensino que visam a análise da qualidade de água a partir do desenvolvimento de conceitos da Química podemos citar as de Zuin, Ioriatti e Maheus (2009), que envolveu a análise da qualidade da água do córrego Paraíso no município de São Carlos (SP) por alunos do Ensino Fundamental e Médio de uma escola pública da cidade; e o Projeto Água em Foco desenvolvido por Silva e Mortimer (2012), que promoveu a análise da qualidade da água da Lagoa da Pampulha, importante cartão postal da cidade de Belo Horizonte (MG), por estudantes do Ensino Médio acompanhados por licenciandos em Química bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Ambas as propostas estão pautadas nos pressupostos da educação CTSA, visando o desenvolvimento de conceitos científicos aliados à problematização da realidade e as demandas sociais pela qualidade da água.

Mais especificamente ao contexto do córrego Pirajussara podem-se citar as propostas de Bacci *et al.* (2009), que desenvolveram um curso de especialização para professores de escolas públicas localizadas próximas à região do córrego pautado nos ideais da Educação Ambiental e no ensino CTSA e que envolveu atividades de aulas presenciais, pesquisa de campo, construção de maquetes da bacia hidrográfica e atividades à distância realizadas pela Internet; e a de Godoi *et al.* (2009), que desenvolveram palestras, oficinas e pesquisa de campo sobre a qualidade do Pirajussara para agentes de saúde que atuam junto à comunidade vizinha ao córrego.

Essa mobilização acerca do entendimento e problematização da realidade do Pirajussara se dá por dois motivos: o primeiro, a preocupação com o acesso ao saneamento básico pela população em geral; e o segundo, a atual situação do córrego, que se encontra extremamente poluído e ocasiona diversos problemas àqueles que residem no seu entorno. Desta forma, a análise da qualidade da água de um córrego isolado, na realidade, parte de um contexto global que se afunila até chegar a uma situação específica.

#### **4.2.2 Políticas de Saneamento Básico e a Qualidade de Água**

A água é um recurso natural de extrema importância para a manutenção do equilíbrio ecológico e da qualidade de vida dos organismos vivos do planeta. Exatamente por ser um recurso fundamental à existência, em Assembleia Geral realizada em julho de 2010 pela

Organização das Nações Unidas (ONU, 2010) se ficou definido que o acesso à água tratada e à coleta e ao tratamento de esgoto é um direito humano universal, desta forma, é reconhecida mundialmente a importância do saneamento básico para a dignidade e saúde da população.

O saneamento básico envolve, fundamentalmente, o tratamento e distribuição de água potável, a coleta e tratamento de esgoto e a coleta e descarte apropriado de resíduos sólidos (HELLER, 2009). No Brasil, o saneamento básico foi devidamente legislado no ano de 2007, com a publicação da Lei nº 11445/07 que estabelecia o acesso ao saneamento básico a toda a população e transferia a responsabilidade da gestão desse serviço para os governos municipais (BRASIL, 2007). No entanto, infelizmente, depois de passados anos de publicação da lei o serviço ainda não é universalizado no país. Dados obtidos para o ano de 2018 e divulgados no mês de dezembro de 2019 pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) indicam que 83,6% da população possuem acesso a água tratada, mas apenas 53,2% têm seu esgoto coletado. Além disso, apenas 46,3% do total de esgotos gerados no país são tratados, e do total de esgotos coletados, 74,5% são tratados (BRASIL, 2019). Assim, é necessário discutir as características mínimas exigidas para a potabilidade da água, pois nem toda a população possui acesso a esse recurso.

Também em nosso país são encontradas legislações nos âmbitos ambiental e sanitário relacionadas à qualidade da água. A mais reconhecida é a resolução nº 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que estabelece a classificação das fontes de água (BRASIL, 2005) de acordo com sua salinidade (podendo ser definidas como doces, salobras ou salinas) e com a presença ou não de movimentação (ambientes lênticos, nos quais não se observa ou há pouca movimentação; ou ambientes lóticos, referentes a fontes de água com movimentação constante). Para cada tipo de água, existem classes denominadas de especial, 1, 2 ou 3 de acordo com os parâmetros de qualidade observados, sendo cada uma delas destinada a um fim específico, como por exemplo, águas doces de classe especial que são aquelas destinadas ao abastecimento para consumo humano após desinfecção ou à preservação e conservação de ambientes aquáticos.

Já com relação à potabilidade, que envolve o consumo pelos organismos vivos, o órgão que estabelece suas características é o Ministério da Saúde (MS). No ano de 2011, o MS publicou a portaria nº 2914/11 que apresenta os parâmetros de qualidade de água e seus respectivos valores padronizados (BRASIL, 2011). Segundo essa portaria, os parâmetros de qualidade podem ser divididos em três classes principais: (i) os parâmetros físicos, que ditam as características organolépticas da água, como cor, turbidez, temperatura e presença de sólidos; (ii) os parâmetros químicos, relacionados à composição da amostra de água, como concentração

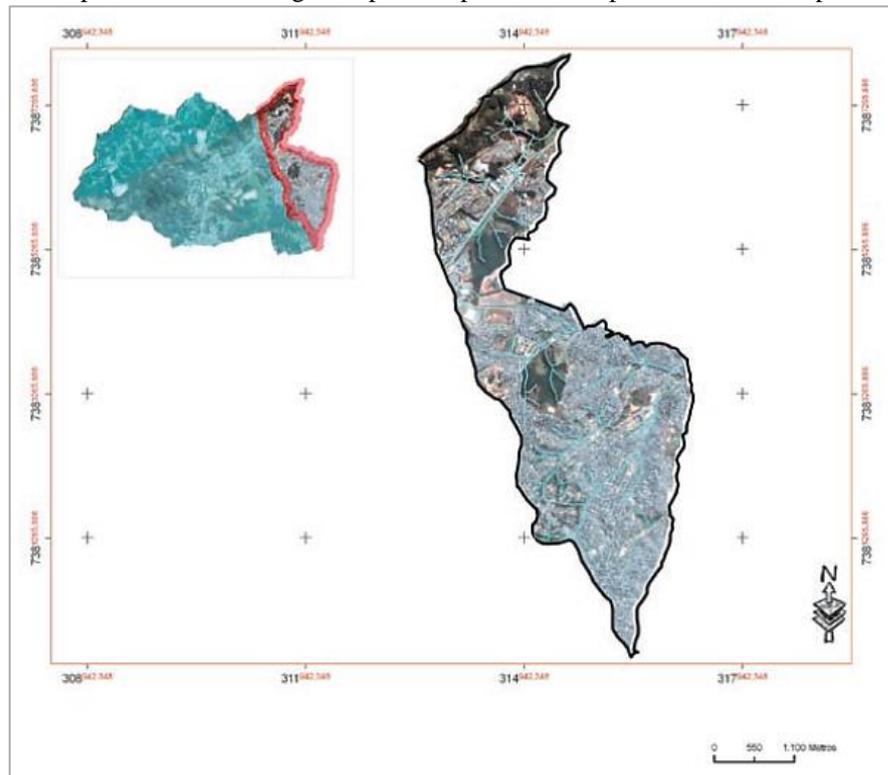
de espécies orgânicas e inorgânicas, e pH; (iii) e os parâmetros microbiológicos, relacionados à comunidade de microrganismos presentes na amostra, sua natureza e quantidade, sobretudo coliformes fecais (CETESB, 2009).

Desta forma, num nível global e nacional, podemos perceber a importância das políticas de saneamento básico como forma de promover uma melhor qualidade de vida à população. Este é o primeiro ponto relacionado à problematização da SD elaborada. O segundo ponto coloca o foco sobre uma fonte de água específica, o córrego Pirajussara, escolhido, não ingenuamente, por ter sua nascente localizada em Embu das Artes, município que abriga a escola na qual a SD seria aplicada. Portanto, é importante também descrever e discutir suas características.

#### **4.2.3 O Córrego Pirajussara: Das Características Geográficas à Ocupação Humana**

Conforme apresenta o Atlas Socioambiental de Embu das Artes (EMBU, 2008), o Rio Pirajussara (comumente também conhecido como Córrego Pirajussara) é um afluente da margem esquerda do Rio Pinheiros e possui aproximadamente 18 km de extensão. A bacia hidrográfica do Pirajussara ocupa uma área de aproximadamente 73 km<sup>2</sup> que abrange os municípios de Embu das Artes, Taboão da Serra e São Paulo (especificamente, os distritos do Butantã e do Campo Limpo). Seu trajeto se inicia a partir da sua nascente no bairro Santo Eduardo (Embu das Artes), seguindo na direção nordeste do município, passando por Taboão da Serra, onde se encontra com o seu principal afluente, o Ribeirão Poá, e desaguando no município de São Paulo, no Rio Pinheiros, cuja foz localiza-se próxima à Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira, onde se localiza um dos *campi* da USP. O mapa ilustrado na **Figura 7** apresenta a porção da Bacia do Pirajussara localizada no município de Embu das Artes.

**Figura 7.** Mapa da localização da Bacia Hidrográfica do Pirajussara no município de Embu das Artes (SP). O mapa esverdeado na região superior representa o mapa físico do município.



Fonte: Embu, 2008, p. 72.

O relevo da região na qual se localiza o córrego é constituído por morros que promovem a drenagem da água pluvial para a parte mais baixa do terreno favorecendo a formação do curso d'água, além disso o próprio solo desses morros já apresenta a tendência de arrastamento, sendo comuns deslizamentos de terra, e, portanto, não apropriado para a instalação de residências (EMBU, 2008, p. 74). A partir da década de 1960, com a expansão da urbanização pelo município de São Paulo, iniciaram-se as ocupações da margem do córrego, sobretudo, pois a bacia do Pirajussara se localiza vizinha à zona sul da capital, desta forma, é observada uma maior concentração populacional nessa região devido ao desenvolvimento econômico da capital paulista (cerca de 60% da população de Embu das Artes reside na região do Pirajussara; idem). A **Figura 8** ilustra a evolução ao longo do tempo da ocupação populacional pela região do córrego localizada no bairro Santo Eduardo.

**Figura 8.** Ocupação das margens do córrego Pirajussara ao longo do tempo no bairro Santo Eduardo (Embu das Artes, SP).



Fonte: Embu, 2008, p. 76.

Como destacam Bacci *et al.* (2009, p. 45-46), a ocupação irregular das margens do córrego Pirajussara iniciou o processo de poluição da água, visto que à população não foi provido o devido acesso ao saneamento básico, ocasionando o despejo de esgoto e descarte de lixo diretamente no ambiente. Aliada às características físicas do terreno, a construção de residências na margem levou ao assoreamento do rio pelo depósito de solo em seu leito, desta forma, com a ocorrência de chuvas, o rio não consegue conter o aumento do nível de água e a região acaba constantemente sofrendo com enchentes. Além disso, o acúmulo de lixo ocasiona problemas de mau cheiro, proliferação de ratos e insetos e contaminação da população local. Os mesmos autores apontam que várias medidas já foram adotadas pelo poder público para tentar a solução do problema como a canalização do trecho urbano do córrego e a construção de reservatórios para contenção da água da chuva, os denominados “piscinões”, no entanto, tais medidas não se configuraram como soluções efetivas, visto que é a alteração física da geografia do entorno do córrego que ocasiona tais problemas.

Em suma, a situação do Pirajussara envolve aspectos tanto do saneamento básico para que sejam tomadas medidas para a despoluição do córrego, quanto da maior atenção à população que reside em seu entorno, visto que é constituída em sua grande maioria por famílias de baixa renda que devem ser assistidas com políticas de habitação para que assim seja possível terminar com as ocupações irregulares do terreno.

Desta forma, a qualidade da água do Pirajussara se destaca como um importante tema sociocientífico, nas características apresentadas no Capítulo 2, visto que podem ser identificadas diversas esferas que se interpolam para delimitar a situação do córrego: na esfera social, a necessidade de ter acesso a políticas de saneamento básico e melhores condições de moradia; na esfera política, a garantia do acesso aos serviços de saneamento básico pela população e a expansão de políticas habitacionais; na esfera ambiental, o desequilíbrio ecológico causado pela poluição do córrego e perspectivas de sua limpeza; e na esfera científica, o desenvolvimento de parâmetros ideais de qualidade e de tecnologias para despoluição da água.

A partir desse tema, poderiam ser derivados diversos problemas correlatos como definir as medidas possíveis para a despoluição e tratamento da água do córrego e a possibilidade de ter contato primário com a água, pensando em termos da resolução do CONAMA. Porém, baseados nos dados de caracterização dos/as alunos/as aos quais a SD foi aplicada, apresentados no Capítulo 3, optamos por construir um problema que encontrasse sua raiz na questão sanitária vivenciada por eles/as, já que nem todos/as possuíam acesso a água tratada ou a coleta de esgoto. Então, definimos como questão desencadeadora da SD a potabilidade da água do córrego, avaliada em termos da resolução do MS, visto que, para a realidade na qual os/as alunos/os se inserem, a questão do acesso ao saneamento básico diz mais respeito a um problema que terá chances de ser apropriado do que a questão ambiental de poluição do córrego. Ademais, a própria poluição é originada da escassa oferta de rede de saneamento às regiões em que vivem os/as estudantes, desta forma, avaliar e discutir os parâmetros que ditam o consumo daquela água se mostrou um problema com o qual haveria maior identificação.

### **4.3 Análise e discussão do mapeamento**

Apresentados os aspectos relacionados ao tema sociocientífico e ao problema tratado na SD, é possível agora avaliar como ele foi estruturado ao longo das aulas da sequência. No total, foram planejadas 14 aulas que seriam executadas na forma de sete aulas geminadas, isto é, aulas duplas, cada uma com uma média de seis atividades e duração total de 1 hora e 40 minutos, com exceção da primeira aula que teve, ao todo, nove atividades previstas e duração de 1 hora e 45 minutos.

Para ampliar as possibilidades de análise e também fazê-las de uma forma mais completa e integrada, efetuamos dois tipos de tratamentos para os dados obtidos nos mapeamentos. O tratamento quantitativo visou identificar a frequência, em termos da porcentagem de tempo da aula, com que cada propósito ou abordagem comunicativa eram observados. Além disso, contabilizamos a porcentagem de co-ocorrência entre ambas as

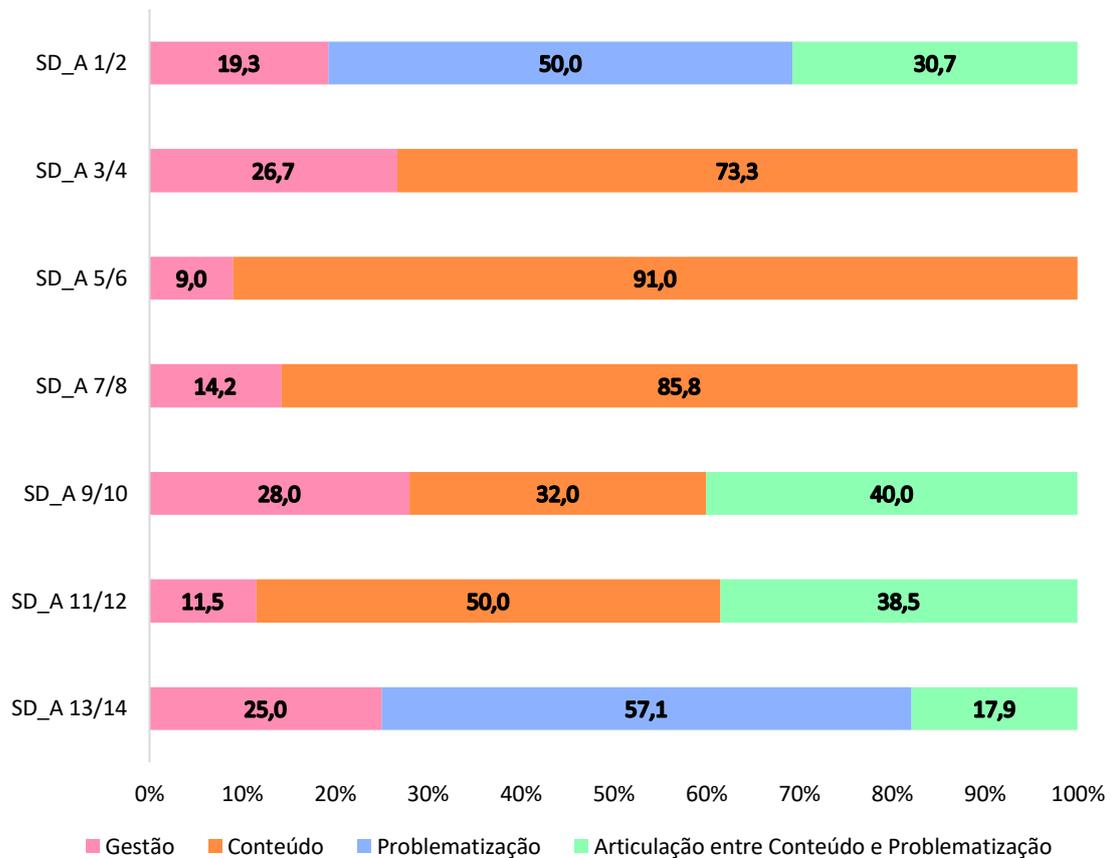
categorias. Estes aspectos serão apresentados no ponto 4.3.1. O tratamento qualitativo envolveu a observação da ocorrência, ao longo do tempo, de cada propósito ou abordagem comunicativa ao longo de uma aula dupla e a verificação da inclusão, exclusão ou troca de posição entre as atividades originalmente planejadas, o que será apresentado no ponto 4.3.2. O tratamento com ambas as abordagens, quanti e qualitativa, se mostra como uma forma holística de observação dos dados coletados, pois, se pela primeira abordagem é possível elencar os propósitos e abordagens que aparecem com maior ou menor frequência, pela segunda conseguimos perceber a dinâmica entre eles ao longo da aula, podendo, assim, melhor compreender a rota trilhada pela professora para construir a narrativa sobre a qual se embasava a SD.

Para a observação dos dados de forma completa, elaboramos dois mapas que podem ser consultados, respectivamente, nos **Apêndices I e J** ao final do texto. No primeiro, apresentamos o mapa documental da SD, e no segundo, os dados para a sua aplicação, sendo ambos constituídos por descritores das atividades como tempo, propósito e abordagem comunicativa. Destacamos que, mesmo não sendo considerado categoria de análise, explicitamos o material de apoio utilizado para corroborar a ideia da variedade de atividades e recursos de ensino pressuposta pelo MTE. Além disso, sinalizamos que no mapa da aplicação as atividades não planejadas e inseridas pela professora estão indicadas por algarismos romanos, e as mudanças de ordem pela troca de posição entre algarismos consecutivos.

#### **4.3.1 Análise e Discussão de Aspectos Quantitativos do Mapeamento**

Nesta seção, serão apresentados e discutidos os dados relativos à frequência dos propósitos de ensino e das abordagens comunicativas presentes no plano da SD e na sua aplicação. Para facilitar a apresentação dos dados, trazemos nesta seção, para os propósitos, somente os dados relativos à frequência de cada uma das quatro classes expostas na seção 4.1. A frequência individual dos propósitos específicos definidos na mesma seção pode ser observada nos gráficos contidos nos **Apêndices K e L**, respectivamente, para o plano e para a aplicação da SD.

O **Gráfico 1** a seguir apresenta a distribuição das classes de propósitos presentes no plano documental da SD:

**Gráfico 1.** Distribuição de classes de propósitos no plano documental da SD.

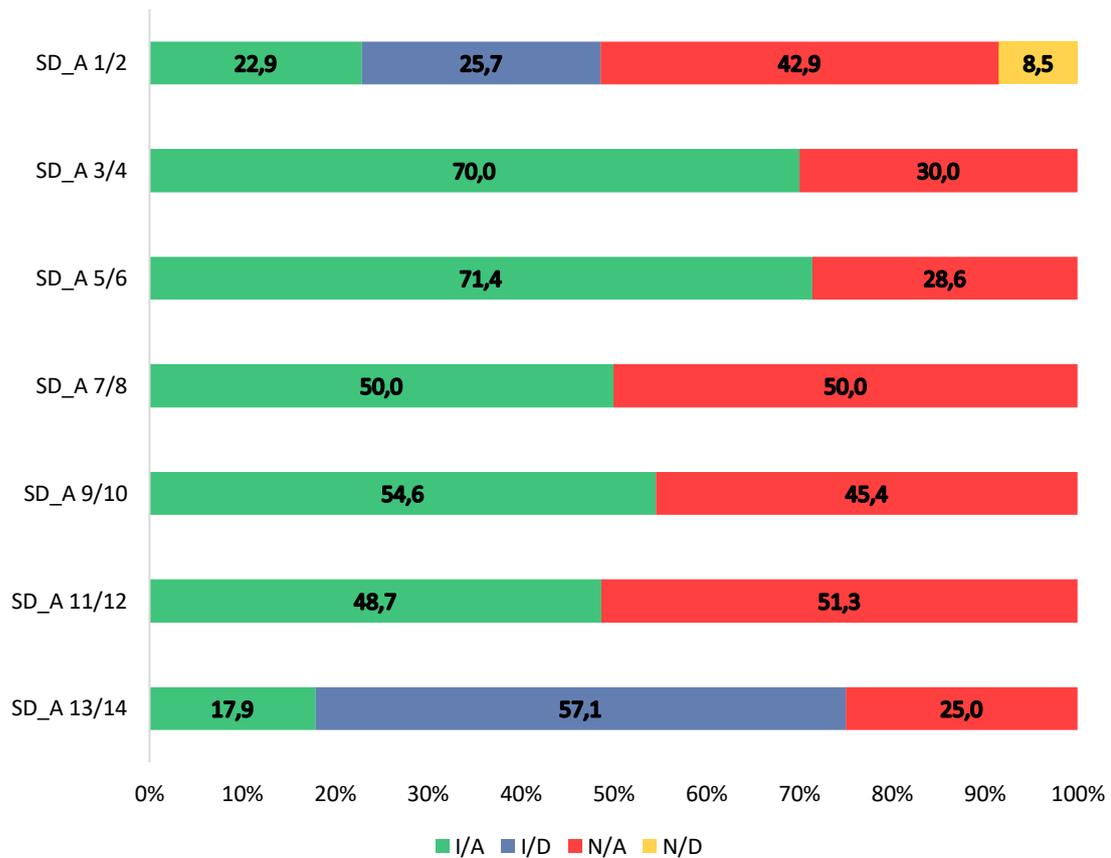
Fonte: os autores.

Podemos observar pelo gráfico acima que, no plano de ensino, há predomínio dos propósitos de Problematização na primeira e na última aula da SD e dos propósitos de Conteúdo ao longo das cinco aulas restantes, com exceção da quinta aula, na qual os propósitos de Articulação entre C&P são mais frequentes. Isto indica que, pelo plano da SD, as atividades relacionadas especificamente à apresentação e discussão do problema sociocientífico ficariam localizadas nas suas extremidades, ou seja, na primeira aula, para criar o contexto de ensino e na última para concluir a resolução do problema.

É válido citar também que não foram observados no plano de ensino menções específicas a propósitos relacionados à Problematização ao longo das aulas da SD o que não necessariamente indica que ela não seria retomada. Vale ressaltar que o plano documental é um texto no qual o/a professor/a descreve suas ações previstas em sala de aula e muitas das vezes nem todo o percurso a ser criado é de fato colocado à vista, porém, dado que a SD é elaborada com base no MTE e, portanto, conserva suas propriedades, seria necessário avaliar pelo encadeamento de contextos descritos no plano como a problematização seria recuperada ao longo das aulas, aspecto que, apenas pela análise dos propósitos, não pôde ser verificado.

Mais ainda, a análise do gráfico nos indica que estava prevista uma ênfase nos conteúdos químicos a serem estudados, visto que, eles tomavam a grande parte das segunda, terceira e quarta aulas da SD e também estavam presentes nas quinta e sexta aulas. Também se infere que articulação entre o conteúdo e a problematização se daria, principalmente nas três últimas aulas da SD, indicando que na primeira metade seriam apresentados os conteúdos químicos necessários à resolução do problema e na segunda metade eles seriam mobilizados para de fato resolvê-lo.

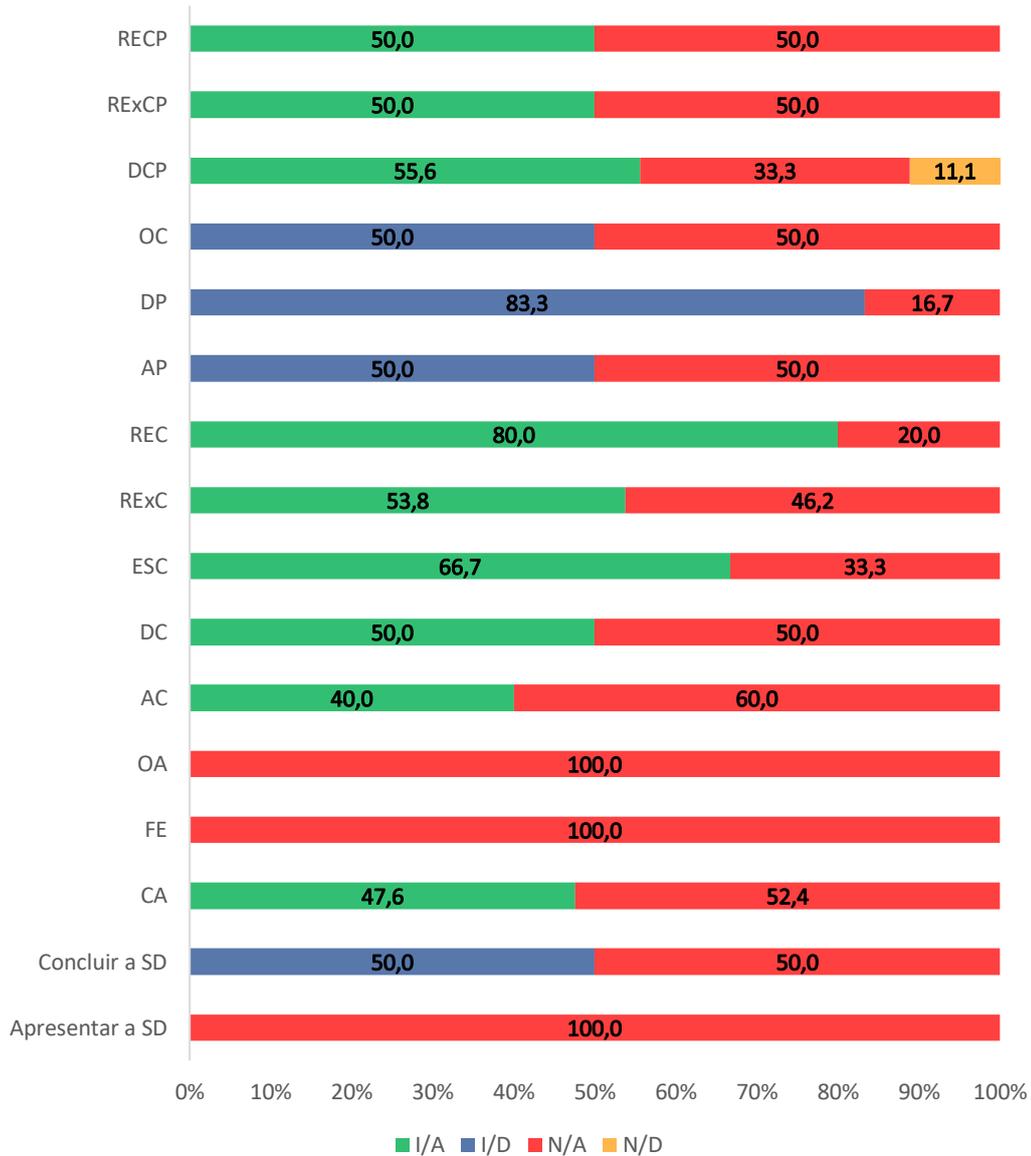
O **Gráfico 2** mostra a distribuição das abordagens comunicativas ao longo do plano da SD. Por ele, observamos que a SD foi planejada para ofertar cenários discursivos que permitissem a participação dos/as alunos/as, uma vez que há predominância da dimensão Interativa nas abordagens planejadas. No entanto, é de se notar que, mesmo aceitando a participação, a dimensão De Autoridade era mais predominante, desta forma, centrando o discurso em um único ponto de vista, neste caso, o do conhecimento científico, sendo a abordagem Dialógica, isto é, aberta a outros pontos de vista, planejada somente para as primeira e última aulas da SD, evidenciando a maior participação da turma em termos das ideias que circulam pela sala de aula nas etapas de apresentação e conclusão da resolução do problema. Vale destacar também que a abordagem Não-Interativa/Dialógica, isto é, quando a professora não interage, porém incorpora as ideias da turma em seu discurso, foi a menos frequente, presente somente na primeira aula, mostrando que, de fato, o cenário previsto era mais inclinado à consideração de ideias científicas.

**Gráfico 2.** Distribuição das abordagens comunicativas no plano documental da SD.

Fonte: os autores.

O **Gráfico 3** apresenta o cruzamento entre os propósitos das atividades e as abordagens comunicativas previstas, sendo assim possível verificar a associação entre determinados propósitos e dinâmicas discursivas. Pelo gráfico, observamos que para os propósitos de Gestão existe uma predominância da abordagem N/A, visto que como estão relacionados à agenda e à organização da sala de aula, são controlados majoritariamente pela professora. No propósito específico de CA (Concluir Aula), observa-se a dimensão I/A para efetuar a síntese da aula com a participação dos alunos e no propósito Concluir a SD observa-se a dimensão I/D para a recepção da opinião dos alunos sobre o projeto.

**Gráfico 3.** Porcentagem de co-ocorrência entre propósitos e abordagens comunicativas no plano documental da SD.



Nota: Para consultar os significados das siglas dos propósitos específicos listados, ver Quadro 1, p. 77.  
 Fonte: os autores.

Com relação aos propósitos de Conteúdo, destaca-se o predomínio da dimensão De Autoridade, em alguns casos aceitando a participação dos/as alunos/as e em outros não, evidenciando que a construção dos conceitos seria realizada de forma a contemplar somente a visão científica, sem abrir margem para entendimentos prévios dos alunos sobre eles.

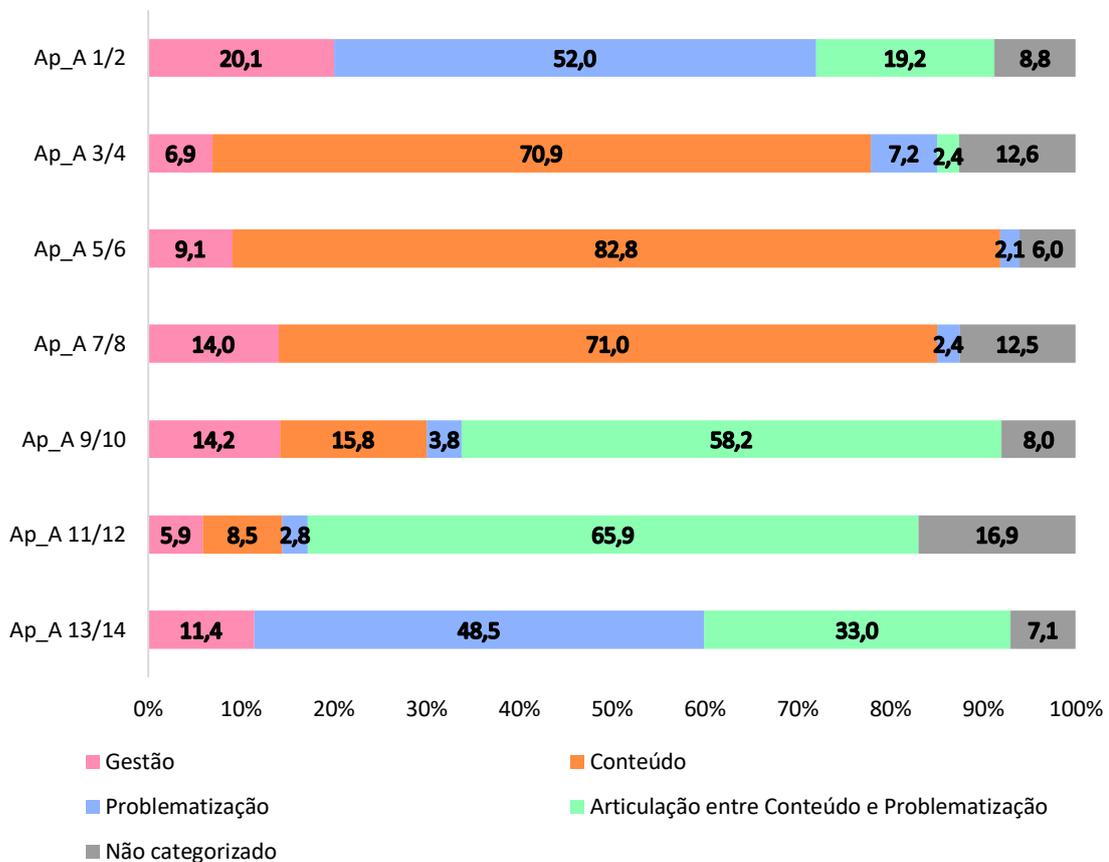
Já os propósitos de Problematização apresentaram a dimensão Dialógica, sendo ela predominante no propósito específico de DP (Discutir Problematização), visto que nesse caso o levantamento e discussão das ideias dos alunos era essencial. Também se observa a dimensão De Autoridade nesses propósitos, pois a condução das atividades é realizada especialmente pela

professora, que utiliza do discurso de autoridade para organizar a fala dos alunos e guiar a atividade de observação de campo para coleta de água, e mais especificamente no propósito de AP para apresentar o problema que será resolvido ao longo da SD.

Por fim, quanto aos propósitos de Articulação C&P, há predomínio da dimensão De Autoridade, tanto aberta à interação ou não. Nesse caso, como os propósitos visam a relacionar o conteúdo químico estudado ao problema que deve ser resolvido, a dimensão De Autoridade é explicada pelo fato de a análise realizada pelos/as alunos/as ser mediada pelos conteúdos, devendo eles/as avaliar a potabilidade da água e explicar os dados obtidos com base nos conceitos correlatos. Também é interessante notar que para o propósito específico de DCP existe uma pequena fração prevista como N/D, na qual a professora, após recolher as ideias prévias dos/as alunos/as sobre os parâmetros de qualidade da água, faria uma síntese intermediária antes de apresentar, de fato, aqueles que seriam analisados.

O **Gráfico 4**, por sua vez, apresenta a distribuição de classes de propósitos observados na aplicação da SD:

**Gráfico 4.** Distribuição de classes de propósitos na aplicação da SD.



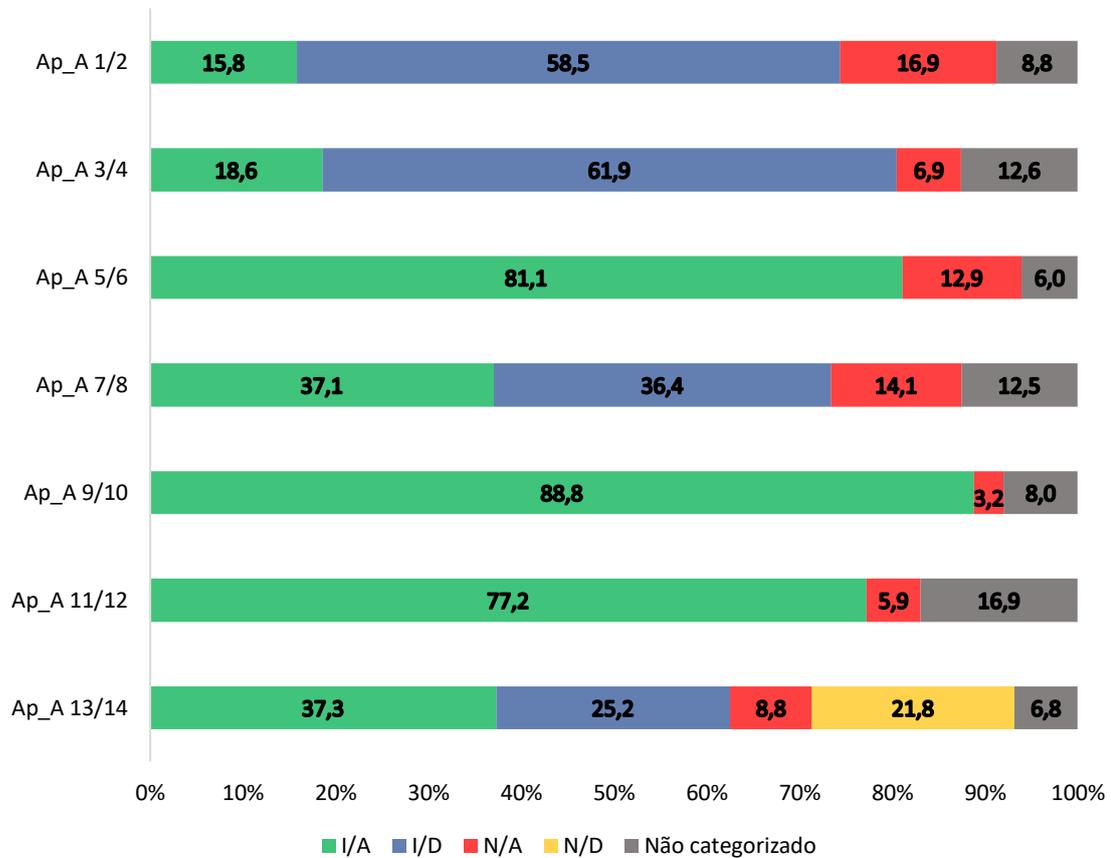
Fonte: os autores.

A análise do gráfico nos permite observar algumas mudanças com relação ao que havia sido inicialmente planejado. Um primeiro ponto a ser destacado é o fato de que os propósitos relacionados à Problematização foram inseridos em todas as aulas da SD, mantendo o padrão de estarem predominantemente localizados nas primeira e última aulas, no entanto, sendo constantemente revisitados ao longo da aplicação da sequência. Novamente, o fato de o aspecto da retomada da problematização no decorrer das aulas não estar explicitamente descrito no plano documental não implica que no processo de planejamento e no desenvolvimento das aulas não estejam previstos tais momentos. Durante a formação, foi ressaltada a propriedade de tessitura entre as atividades desempenhada pela problematização, o que remete à retomada do problema em momentos de transição entre as atividades. Como se pode observar, a professora conseguiu inserir durante a aplicação, mesmo que num curto espaço de tempo, momentos para revisar o problema da SD, aspecto que corrobora com nossa proposição teórica de que o processo de problematização ocorre por meio de uma construção que perpassa todas as aulas contidas em uma SD.

Outro aspecto a ser notado é a concentração de propósitos relacionados ao Conteúdo na primeira metade da SD e propósitos relacionados à Articulação C&P na segunda metade. Explicamos esse dado da seguinte forma: na primeira metade da SD a professora desenvolveu com a turma os conceitos químicos necessários para efetuar a resolução do problema, desta forma, maiores foram as atividades que colocaram o conteúdo em evidência, já na segunda metade a professora desenvolveu com os/as alunos/as as análises dos parâmetros químicos e microbiológicos de qualidade da água, desta forma, para interpretar os resultados obtidos pela turma, os/as alunos/as deveriam dominar os conceitos científicos necessários.

E um terceiro ponto que devemos destacar a partir da análise do gráfico é a porcentagem de tempo gasto pela professora seja com propósitos relacionados à Gestão da classe, seja com aqueles que não diziam respeito às atividades que seriam desenvolvidas nas aulas (expresso no gráfico como “Não categorizado”). Em média, Áurea gastou 22% do tempo de cada aula para organização e agenda. Silva (2008) em seu extenso estudo sobre as estratégias enunciativas de dois professores de Química em Minas Gerais observou que eles gastavam, em média, 40% do tempo de sua aula com discursos de natureza de manejo da classe, agenda ou procedimental. Nosso dado, embora destoe deste já reportado, mostra um aspecto interessante da performance da professora que é a sua habilidade em administrar o tempo da aula, ocupando a maior parte dele com atividades diretamente relacionadas ao desenvolvimento da SD.

O **Gráfico 5** ilustra a distribuição das abordagens comunicativas ao longo da aplicação da SD:

**Gráfico 5.** Distribuição das abordagens comunicativas na aplicação da SD.

Fonte: os autores.

Quando da observação do gráfico, também podemos notar constâncias e alterações em relação ao plano da SD. Verificamos que, no todo, o discurso desenvolvido pela professora na aplicação da SD se concentrou na dimensão Interativa, tanto De Autoridade, como Dialógica, evidenciando que Áurea conduz as suas aulas exigindo dos/as alunos/as o constante engajamento nas interações em sala de aula. Se no plano, o discurso de dimensão Dialógica ficava restrito somente às extremidades da SD, na aplicação verifica-se que a professora contemplou tal dimensão também ao longo das segunda e quarta aulas.

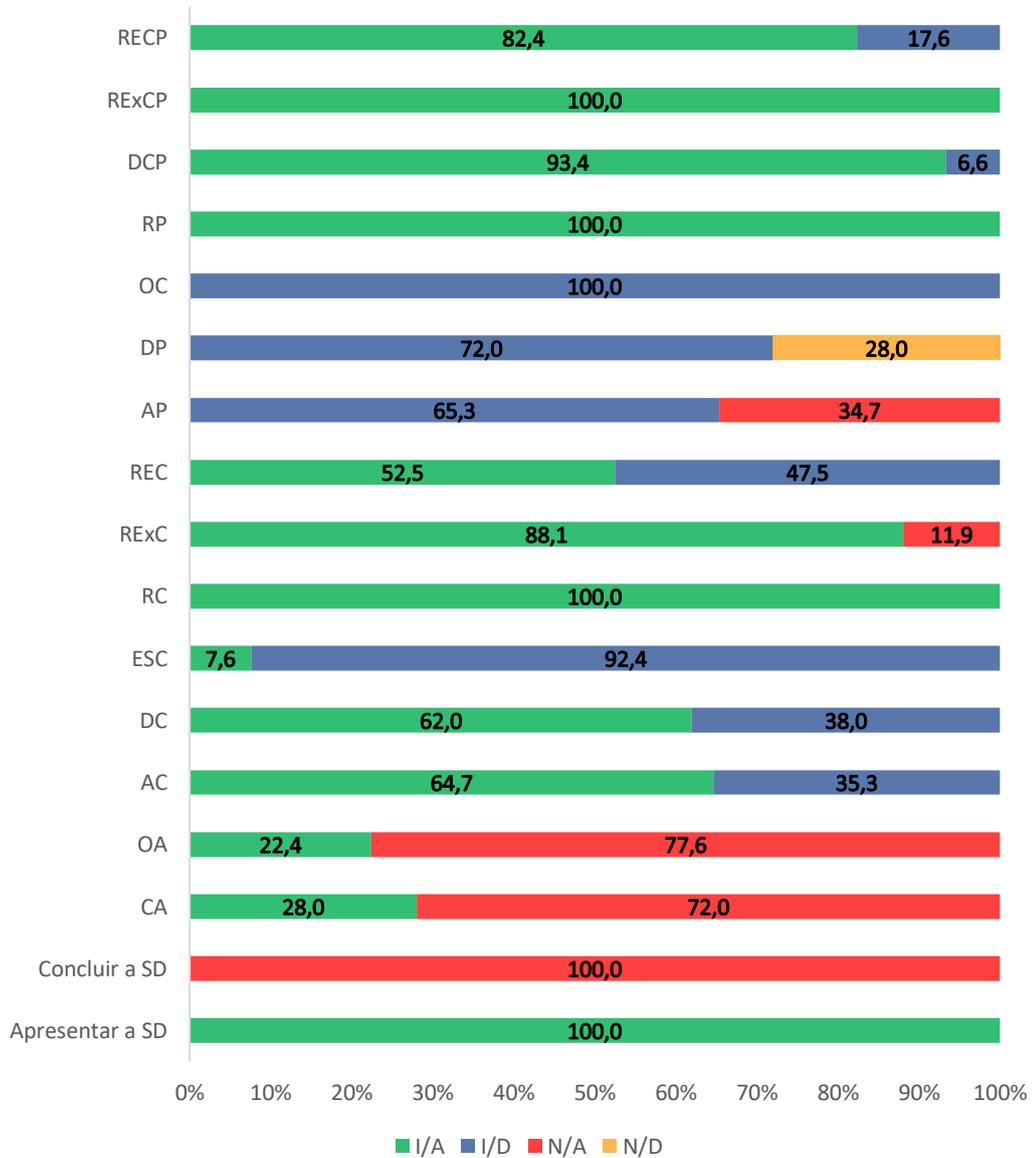
De todas as classes, a que esteve menos presente nas aulas foi a N/A, registrando a maior alteração em termos discursivos, já que no plano essa abordagem era predominante junto com a abordagem I/A. Por fim, observa-se também a presença de uma abordagem N/D na última aula da SD que não estava planejada. Este aspecto será mais bem discutido com a análise qualitativa.

Outro ponto a se destacar é o fato de que há uma concentração da dimensão Dialógica na primeira metade da SD e uma concentração da dimensão De Autoridade na segunda metade. Mais uma vez nos valemos da mesma explicação com relação aos propósitos para compreender

esse resultado: na primeira metade, a professora apresentou o problema e os conteúdos químicos aos/às alunos/as, fornecendo maiores oportunidades para que eles/as trouxessem suas vivências e conhecimentos prévios para a sala de aula, enquanto na segunda, por conta das análises dos parâmetros de qualidade da água, exigiu que eles/as explicassem os resultados obtidos com base no discurso científico, admitindo somente um ponto de vista com relação à potabilidade ou não da amostra de água.

O **Gráfico 6** ilustra o cruzamento entre os propósitos e as abordagens comunicativas na aplicação da SD:

**Gráfico 6.** Porcentagem de co-ocorrência entre propósitos e abordagens comunicativas na aplicação da SD.



Nota: Para consultar os significados das siglas dos propósitos específicos listados, ver Quadro 1, p. 77.

Fonte: os autores.

Podemos verificar que para os propósitos de Gestão, a professora não realizou o propósito específico de FE. Já com relação aos demais propósitos, verificamos que a apresentação da SD foi realizada de forma I/A, diferentemente do previsto (N/A), isto, pois a professora além de solicitar que uma aluna lesse o texto de apresentação do material de apoio, realizou uma breve discussão com a turma para organização dos grupos de trabalho. A conclusão da SD foi realizada de forma N/A e não I/D como previsto, pois a professora finalizou a SD recolhendo os textos finais produzidos pelos alunos e dispensando-os a da classe. Já os outros propósitos, CA e OA mantiveram a dimensão De Autoridade como predominante.

Para os propósitos de Conteúdo, observa-se o aparecimento de um novo propósito específico, RC, no qual a professora revisava conteúdos químicos vistos em aulas anteriores, realizado de forma I/A, pois como a intenção era justamente fazer uma revisão, os alunos eram guiados para os conceitos científicos já formalizados. Com relação aos propósitos específicos de AC, DC, ESC, e REC, verifica-se que todos foram realizados de forma Interativa, tanto Dialógica como De Autoridade, subvertendo o planejado que previa somente a dimensão De Autoridade (tanto Interativa como Não-Interativa). Isso mostra que a professora privilegiou as visões dos/as estudantes quando da construção dos conceitos científicos, aspecto trazido por Scott, Mortimer e Aguiar (2006), que defendem que a produção de significados na sala de aula deve privilegiar momentos em que os/as alunos/as exponham seus pontos de vista sobre um determinado conceito científico para promover sua formalização e internalização. Por fim, com relação ao propósito de RExC, observa-se a predominância da dimensão De Autoridade, visto que, como envolvem exercícios relacionados ao conteúdo, exigem uma resolução pautada no conceito científico.

Já com relação aos propósitos de Problematização, observa-se também o surgimento de um novo propósito específico, RP, que corresponde à retomada da problematização da SD ao longo das aulas. Este propósito está relacionado a momentos em que a professora revisitava as análises realizadas ou a visita de campo e foi realizado de forma I/A, pois as informações já haviam sido sistematizadas em momentos anteriores, exigindo dos/as alunos/as, então, o exercício mental de recuperação do que já havia sido previamente dado como consenso pela turma. Para os propósitos AP, DP e OC há um predomínio da dimensão Dialógica, visto que nesses momentos o discurso era aberto às diferentes posições dos/as estudantes com relação ao problema. Verifica-se uma abordagem N/A para o propósito AP, pois a proposição do problema foi efetuada exclusivamente pela professora com o auxílio de um vídeo sobre o córrego Pirajussara, e uma abordagem N/D para o propósito DP quando da produção textual final pela turma. Por fim, com relação aos propósitos de Articulação C&P, há predomínio do discurso De

Autoridade, visto que, como tais propósitos visam a unificar conteúdo e problema, a professora esperava que os/as estudantes se valessem dos conceitos científicos formalizados para fazer tal movimento de articulação em sala de aula.

### 4.3.2 Análise de Aspectos Qualitativos do Mapeamento

Nesta seção serão apresentados e discutidos os dados relativos à ocorrência, no decorrer do tempo de cada aula da SD, das atividades, propósitos e abordagens comunicativas. Para assim fazê-lo, utilizaremos os diagramas de codificação gerados pelo software NVivo 10, os quais trazem como faixas coloridas a disposição das diferentes categorias de análise ao longo de uma linha do tempo. Quando necessário, na descrição do texto, as respectivas atividades e propósitos tratados na descrição das aulas serão indicados entre parênteses.

#### 4.3.2.1 Aulas 1 e 2

As duas primeiras aulas da SD foram aplicadas no Laboratório de Ensino de Química da FEUSP, pois os/as alunos/as e a professora visitaram o *campus* da universidade para efetuar a coleta de uma amostra de água do córrego Pirajussara para que fossem realizadas as análises propostas no plano. Assim, foram obtidos três registros audiovisuais que corresponderam à primeira parte da aula, no laboratório, à coleta da amostra, no trecho do córrego situado no interior do *campus*, e à segunda parte da aula, também no laboratório. A **Figura 9** ilustra o diagrama de codificação da primeira parte de aula.

A aula se iniciou com a acomodação dos alunos no laboratório e a preparação da projeção. Então, Áurea solicitou a atenção da turma e realizou a proposição do projeto (Atividade 1), de forma N/A, apresentando o título da SD e algumas informações sobre a pesquisa e o laboratório (OA). Então, fez uma pausa para distribuir as apostilas à turma e, finalizou a primeira atividade com uma abordagem I/A, solicitando que uma aluna lesse o texto de apresentação disponível no material (Apresentar SD).

Em seguida, iniciou a atividade de sensibilização da turma, na qual foram expostas diferentes imagens de fontes de água e os/as alunos/as foram questionados, de forma I/D, quanto às possíveis atividades que poderiam ser realizadas nelas (DP). Áurea comentou brevemente, de maneira N/A, sobre o contexto do córrego Pirajussara que seria estudado (AP), e então solicitou que a turma respondesse na apostila a questão referente às fontes de água, a qual foi discutida, posteriormente, de forma I/D, concluindo a Atividade 2 (DP).

Áurea passou, em seguida, para a Atividade 3, apresentando à turma, de forma N/A, o trecho de um documentário produzido por pesquisadores da USP cujo título é “Pirajuçara –

Bacia de Concreto”<sup>4</sup>, no qual eram apresentadas algumas características físicas e geográficas do córrego, os problemas das enchentes no período de chuvas e as soluções já desenhadas, como a construção de galerias subterrâneas e piscinões (AP). Após a exibição, realizou uma discussão com os/as alunos (DP) sobre as informações apresentadas pelo vídeo, estimulando-os a expor suas visões pessoais e vivências com o córrego, utilizando uma abordagem I/D.

Na sequência, iniciou a Atividade 4, preparando a turma para a atividade de coleta de água (OA). Num primeiro momento, de forma I/A, solicitou que uma aluna lesse o texto com as orientações para a atividade presentes na apostila, e depois, de forma N/A, forneceu ela própria as instruções, dando destaque para os materiais a serem utilizados e ao tipo de observação que a turma deveria fazer. Então, organizou a turma para que fossem ao ambiente do córrego.

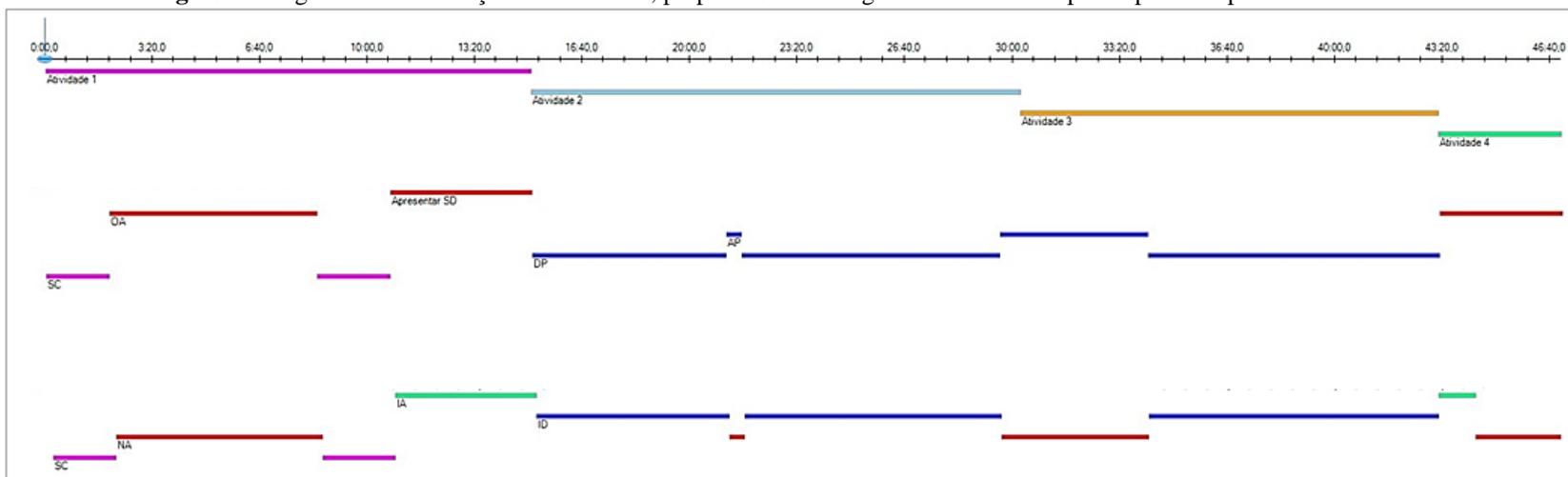
A **Figura 10** ilustra o diagrama de codificação da segunda parte da aula, já no ambiente próximo ao córrego Pirajussara. Inicialmente, os alunos se acomodaram próximos ao córrego e começaram a fazer suas observações e anotá-las em suas apostilas (OC). Em seguida, Áurea chamou a atenção da turma e forneceu orientações para a coleta da amostra de água (OA), solicitando que alguns alunos a ajudassem com o procedimento. Num terceiro momento, a professora com a ajuda dos alunos voluntários efetuou a coleta da amostra de água, e finalizou a segunda parte da aula com a Atividade 5, na qual, de maneira I/D, questionou os alunos quanto à aparência da amostra coletada e discutiu as possíveis causas para tanto.

A **Figura 11** traz o diagrama de codificação da terceira parte da aula, de volta ao laboratório didático. A professora iniciou a Atividade 6 apresentando, de fato, a questão desencadeadora da SD, isto é, se era possível considerar a água do córrego Pirajussara potável e por quê, fazendo isso de maneira I/D, levantando em conjunto com a turma quais os parâmetros de qualidade os/as alunos/as acreditavam que descreviam a potabilidade de uma amostra de água (DP).

---

<sup>4</sup> O documentário “Pirajuçara – Bacia de Concreto”, de 2009, foi dirigido por EduAbad e Marco Meirelles e produzido pela USP e apresenta depoimentos de moradores do entorno do córrego e reflexões de professores universitários e profissionais ligados ao córrego sobre as enchentes vivenciadas e perspectivas de solução. A versão física se encontra localizada na biblioteca do Instituto de Geociências da USP (IGc/USP).

**Figura 9.** Diagrama de codificação de atividades, propósitos e abordagens comunicativas para a primeira parte das aulas 1 e 2.



Nota: Para consultar o significado das siglas, ver Quadro 1, p. 77. Fonte: os autores.

**Figura 10.** Diagrama de codificação de atividades, propósitos e abordagens comunicativas para a segunda parte das aulas 1 e 2.



Nota: Para consultar o significado das siglas, ver Quadro 1, p. 77. Fonte: os autores.

Então, passou para a Atividade 7, inicialmente fazendo uma exposição dialogada sobre as políticas de saneamento básico e seu acesso pela população, de forma I/D e posteriormente realizando uma discussão sobre os parâmetros de qualidade que de fato seriam adotados para a análise da amostra de água coletada (DCP). Esta discussão foi realizada de forma I/A pois além de ocorrer junto à leitura de um texto da apostila com a descrição dos parâmetros adotados, Áurea buscou efetuar com os alunos a relação entre cada parâmetro e os conceitos científicos que os determinavam.

Após a formalização dos parâmetros, iniciou a Atividade 8 com um colóquio (OA) para o experimento de determinação dos parâmetros físicos de qualidade (temperatura, cor e turbidez), no qual, de maneira N/A apresentou as orientações para a prática e os equipamentos necessários. Então, a turma dividida em grupos efetuou o experimento (RECP) de maneira I/D, pois, como a determinação da cor e da turbidez era visual, cada grupo, a partir de suas percepções, registrou os resultados observados.

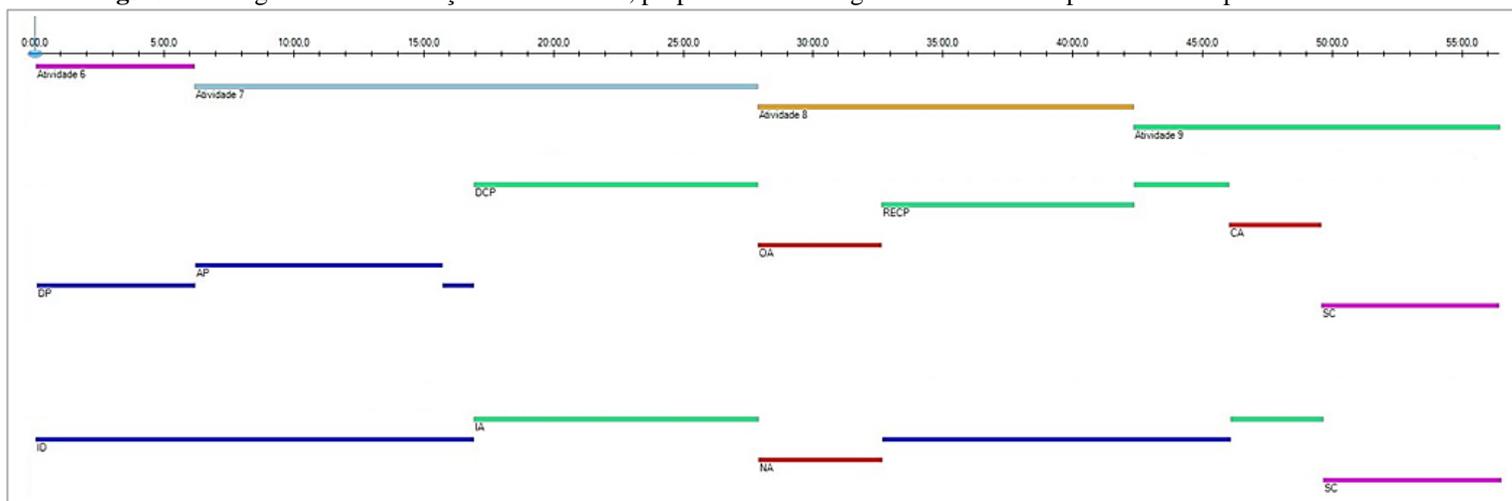
Em seguida, iniciou a Atividade 9 fazendo um levantamento dos resultados obtidos para a análise (DCP), mas sem avaliá-los, de maneira I/D. Para concluir a aula (CA), deu orientações finais aos alunos quanto à divisão dos grupos e ao ambiente virtual criado para assistí-los ao longo da SD. Em seguida, os alunos devolveram suas apostilas e foram dispensados do laboratório.

#### **4.3.2.2 Aulas 3 e 4**

A **Figura 12** apresenta o diagrama de codificação da segunda aula dupla da SD, que teve sua aplicação iniciada no laboratório didático de Ciências da escola (Atividade 1) com a chegada e acomodação dos/as alunos/as e a distribuição das apostilas pela professora. Após a organização da turma a professora começou a aula fornecendo algumas orientações (OA) sobre o material didático àqueles/as que não estavam presentes na aula anterior, utilizando uma abordagem N/A. Então, inseriu um momento de retomada da problematização (RP), no qual revisou os parâmetros de qualidade analisados nas duas primeiras aulas e, a partir de uma pergunta trazida por uma aluna, instaurou à turma a necessidade de caracterização dos demais parâmetros (químicos e microbiológicos), por meio de uma abordagem I/A na qual direcionou os alunos para a percepção de tal necessidade.

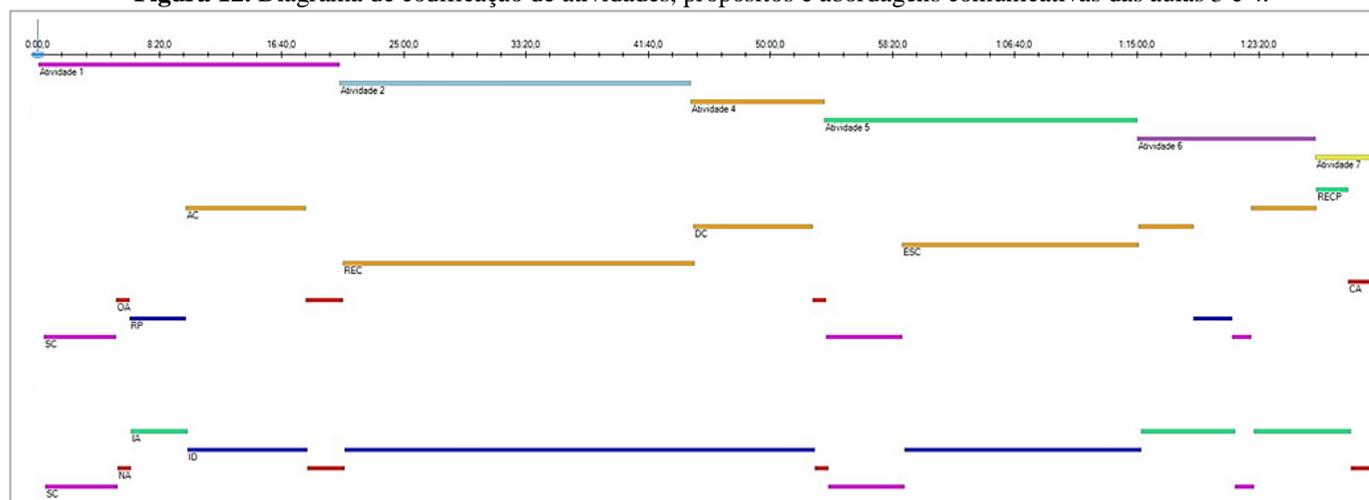
A professora seguiu com a Atividade 1 relatando à turma que havia visitado a nascente do córrego Pirajussara junto do professor de biologia e ambos coletaram uma amostra de água que seria analisada em conjunto com a amostra da foz já coletada na primeira aula. Em seguida,

**Figura 11.** Diagrama de codificação de atividades, propósitos e abordagens comunicativas para a terceira parte das aulas 1 e 2.



Nota: Para consultar o significado das siglas, ver Quadro 1, p. 77. Fonte: os autores.

**Figura 12.** Diagrama de codificação de atividades, propósitos e abordagens comunicativas das aulas 3 e 4.



Nota: Para consultar o significado das siglas, ver Quadro 1, p. 77. Fonte: os autores.

fez a apresentação do conceito de solubilidade dos materiais (AC), que foi realizada de forma I/D, visto que a professora levantou as ideias que os/as alunos/as já apresentavam sobre o fenômeno da solubilidade para verificar a qual propriedade dos materiais a turma atribuía a sua capacidade de se dissolver em água. Para finalizar a atividade, forneceu instruções (OA) para o experimento de teste da solubilidade dos materiais em água, de forma N/A, mostrando-os e os equipamentos que seriam utilizados.

A aula prosseguiu com a realização de uma prática experimental (Atividade 2) na qual os/as alunos/as, reunidos em seus grupos, testaram a solubilidade do cloreto de sódio (NaCl), um sólido iônico, da sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), um sólido molecular, e do óleo de soja (mistura de substâncias moleculares) em água (REC). Além deste teste, a turma deveria também registrar os valores de condutividade elétrica para soluções aquosas de NaCl e  $C_{12}H_{22}O_{11}$  e das amostras de água do córrego Pirajussara. Para isso, a professora passou pelas mesas de cada grupo com um condutímetro para efetuar a medição da condutividade das soluções de sal e açúcar, no entanto, não mediu nesse momento a das amostras de água. Esta atividade foi realizada de forma I/D, visto que era exigido dos/as alunos/as o registro de suas observações e explicações pessoais sobre os testes realizados.

Após o experimento, a professora passou diretamente para a Atividade 4, na qual chamou a atenção da turma e solicitou que cada grupo enunciasse os resultados observados ao longo da atividade anterior. Então, a partir dos resultados levantados, explorou quais eram as explicações dos/as alunos/as para eles (DC), de forma I/D, sem apresentar ainda o real motivo pelo qual alguns materiais se solubilizaram e outros não, bem como os valores de condutividade observados para cada solução. Na sequência, a professora iniciou a Atividade 5, fornecendo instruções (OA) para a realização da exploração de uma simulação digital sobre a condutividade elétrica de soluções aquosas, utilizando nesta etapa uma abordagem N/A.

A turma foi encaminhada para o laboratório de informática e lá, acomodados em duplas ou trios nos computadores, exploraram uma simulação digital (ESC) em duas fases: na primeira, observaram a condutividade elétrica de soluções de NaCl e  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , tal qual observado no laboratório, e na segunda fase observaram as diferenças entre os fenômenos de solubilização de cada substância a nível molecular. Após a exploração da simulação, Áurea iniciou a Atividade 6 chamando a atenção da turma e solicitando que eles/as enunciassem os resultados observados ao longo da atividade anterior (DC). Neste momento, a professora já utiliza uma abordagem I/A, visto que utilizou os resultados levantados pela turma para formalizar o conceito de solubilidade e as propriedades estruturais dos sólidos iônicos e moleculares que explicavam a observação da condutividade ou não de suas respectivas soluções.

Formalizada a explicação, agora do ponto de vista científico, a professora insere um segundo momento de RP na aula, no qual perguntou aos/as alunos/as se as amostras de água apresentariam um valor de condutividade elétrica e por quê. Neste momento, também utilizou uma abordagem I/A, visto que direcionou os/as alunos/as para a explicação de que a presença de condutividade elétrica se dava mediante a solubilização pela água dos materiais contidos no solo que compõe o leito do córrego. Só então anunciou que efetuaria a medição da condutividade elétrica das amostras de água e se ausentou para buscar os materiais no laboratório.

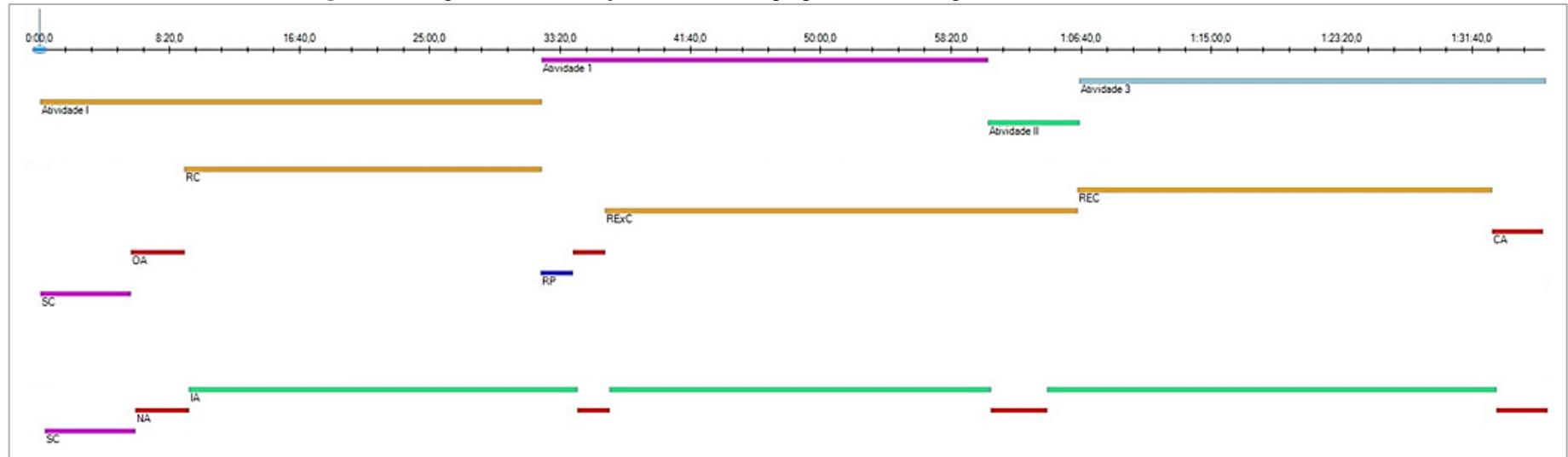
Ao voltar, Áurea efetuou, na Atividade 6, o que estava anteriormente previsto para a Atividade 3, no caso, a formalização do conceito de polaridade das substâncias para explicar a solubilidade em água (AC). Para tanto, Áurea utilizou a terceira parte da simulação digital, na qual era possível observar as cargas elétricas parciais presentes nas moléculas de água e sua influência na solubilidade do sal e da sacarose. Para fazê-lo, Áurea seguiu na abordagem I/A, direcionando os alunos para o conceito científico adequado para explicar os resultados observados.

Feito isso, a professora passou, então, para a Atividade 7, última da aula, solicitando que um aluno a auxiliasse na medição da condutividade elétrica das amostras de água (RECP) e que a turma registrasse em suas apostilas os valores encontrados. Neste momento, a professora seguiu com a abordagem I/A, elicitando dos/as alunos/as explicações para os valores observados de acordo com os modelos de solubilidade estudados. Por fim, concluiu a aula (CA) orientando os/as alunos/as para que fizessem em casa os exercícios da respectiva aula e dispensando a turma.

#### **4.3.2.3 Aulas 5 e 6**

A terceira aula dupla da SD, cujo diagrama de codificação está apresentado na **Figura 13**, ocorreu integralmente no laboratório didático de Ciências e iniciou, usualmente, com a chegada dos/as alunos/as e distribuição das apostilas pela professora. Então, Áurea iniciou a aula de fato fornecendo algumas instruções (OA) de forma N/A para que a turma não manipulasse os equipamentos que seriam utilizados para a realização de uma prática experimental no dia, os quais já haviam sido deixados separados em cada mesa onde os grupos estavam sentados.

**Figura 13.** Diagrama de codificação de atividades, propósitos e abordagens comunicativas das aulas 5 e 6.



Nota: Para consultar o significado das siglas, ver Quadro 1, p. 77. Fonte: os autores.

A professora inseriu, nesse momento, a Atividade I que não estava prevista no plano, cujo propósito era revisar os conteúdos químicos vistos na aula anterior (RC), a saber, os conceitos de solubilidade, polaridade e os modelos de solubilidade dos materiais que explicam a condutividade elétrica. A professora utilizou nesse momento uma abordagem I/A, visto que questionava a turma quanto ao que havia sido estudado e esperava deles/as respostas de acordo com os conteúdos químicos já formalizados. É interessante notar que Áurea gastou aproximadamente 33%, ou seja, quase 1/3 da aula com esta atividade não planejada, mas que evidencia a sua preocupação com a aprendizagem dos/as alunos. Isto, porque só após realizá-la, ou seja, com todo o conteúdo químico devidamente formalizado e revisado, que Áurea iniciou a Atividade 1, inserindo na aula um momento de retomada da problematização (RP), por meio de uma abordagem I/A, discutindo com a turma o valor de condutividade medido na aula anterior na tentativa de direcioná-los/las para a necessidade da análise dos demais parâmetros de qualidade.

Após retomar o problema da SD, a professora coloca a Atividade 1 em prática, explicando, por meio de uma abordagem N/A, aos/às alunos/as o seu objetivo (OA): construir o gráfico de solubilidade do nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ) em água a partir da tabela com os dados de solubilidade do sal. Após a distribuição de papel milimetrado, a turma efetuou a construção do gráfico em seus grupos (RExC), atividade que foi realizada de maneira I/A, visto que os/as alunos/as se basearam em dados já fornecidos e se auxiliaram mutuamente segundo as próprias orientações da professora. De modo a preparar a turma para a prática experimental que seria realizada, Áurea inseriu uma segunda atividade não planejada (Atividade II), na qual, inicialmente, direcionou a atenção da turma para a lousa para explicar, seguindo uma abordagem N/A, a forma de interpretação do gráfico de solubilidade construído. Então, solicitou que os/as alunos/as em seus grupos calculassem, de acordo com a temperatura ambiente, a solubilidade do  $\text{KNO}_3$  em uma determinada massa de água.

Em seguida, em posse dos valores calculados, os/as alunos/as iniciaram a Atividade 3, na qual realizaram um experimento (REC) cujo objetivo era dissolver a quantidade de  $\text{KNO}_3$  calculada na massa de água estipulada e submeter a solução resultante a processos de aquecimento e resfriamento para avaliar o seu comportamento em função da temperatura, seguindo uma abordagem I/A. Visto que não foi possível finalizar o experimento a tempo, Áurea concluiu a aula (CA) orientando que os grupos parassem na respectiva etapa em que se encontravam e que na aula seguinte concluiria com eles/as o experimento.

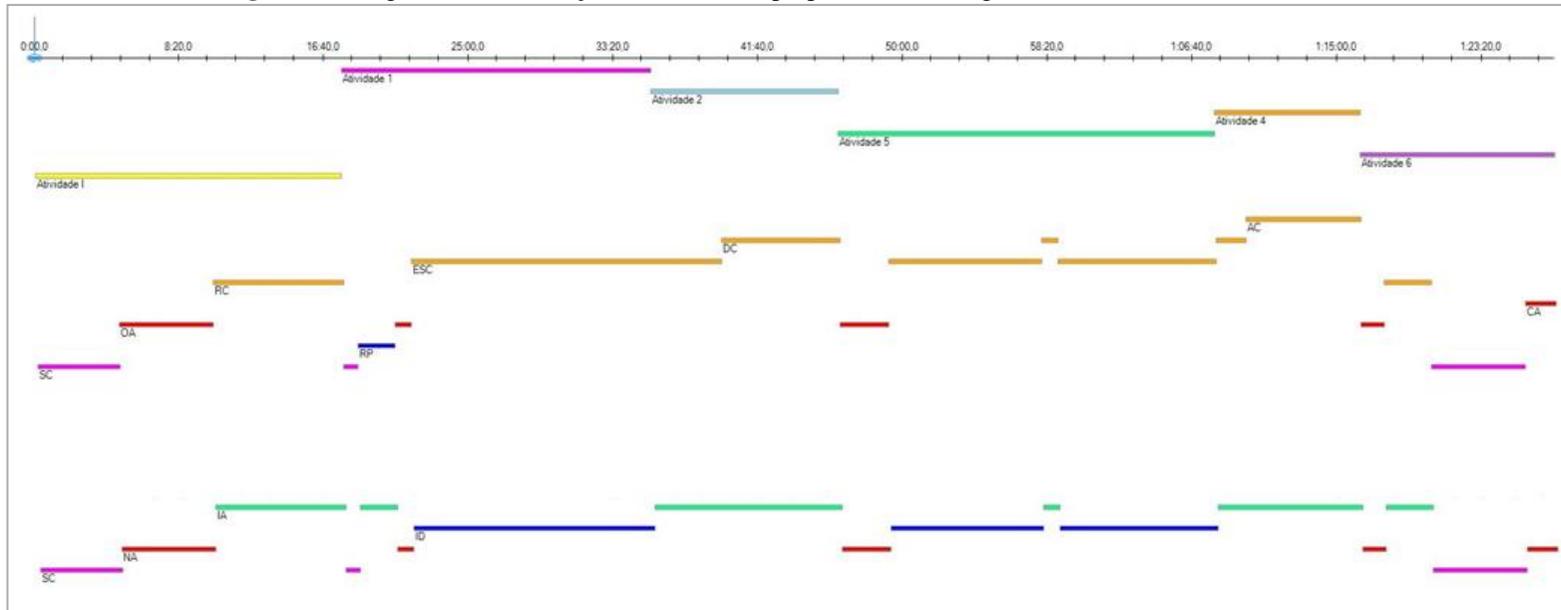
#### 4.3.2.4 Aulas 7 e 8

A quarta aula dupla da SD ocorreu integralmente no laboratório de informática e seu diagrama de codificação pode ser observado na **Figura 14**. Os/as alunos/as chegaram e se acomodaram em duplas ou trios nos computadores, a professora distribuiu as apostilas à turma e forneceu algumas orientações, de forma N/A, sobre o acesso ao ambiente virtual (OA). Então, Áurea iniciou a aula com a Atividade I, que havia sido planejada como a Atividade 2 das aulas 5 e 6, mas que não foi realizada pois Áurea passou diretamente à prática experimental. Ademais, visto que não foi possível finalizar a sua execução a tempo, a professora solicitou que um aluno, no contra turno da escola, efetuasse o experimento de manipulação da temperatura das soluções de  $\text{KNO}_3$  e registrasse em fotografias os resultados observados. A partir delas, a professora revisou os conteúdos vistos na aula anterior (RC) e formalizou os conceitos de soluções saturadas, insaturadas e supersaturadas, seguindo uma abordagem I/A na qual as respostas dos/as alunos eram guiadas pelas fotografias mostradas na tela de projeção.

Após efetuar a revisão, Áurea inseriu na aula um momento de retomada do problema (RP) no qual efetuou a transição entre as atividades I e 1 relacionando o comportamento da solubilidade dos materiais de acordo com a temperatura e com a configuração física do córrego, isto é, a presença não só da água, mas também do solo abaixo. Áurea fez isso seguindo uma abordagem I/A, na qual direcionou os alunos para a conclusão de que existe um movimento dinâmico de materiais que ora estão solubilizados na água, ora estão depositados no solo, justificando assim, a atividade seguinte, na qual os/as alunos iriam explorar uma simulação sobre o equilíbrio de solubilidade entre uma solução saturada de  $\text{NaCl}$  e o seu corpo de fundo.

Então, em suas duplas ou trios, os/as alunos/as exploraram a simulação digital (ESC), seguindo uma abordagem I/D, na qual era solicitado que eles/as descrevessem as observações realizadas e fornecessem suas explicações. Na sequência, com os resultados registrados, a professora retomou a atenção da turma e iniciou a Atividade 2, explorando em conjunto com os/as alunos/as a simulação e, posteriormente, discutindo os resultados observados (DC) para formalizar o conceito de equilíbrio de solubilidade, partindo para a lousa para representar, na forma de uma equação química, o processo de equilíbrio químico estabelecido no sistema. Nos dois momentos, a professora utilizou uma abordagem I/A, pois seu intuito era justamente formalizar um novo conceito à turma.

**Figura 14.** Diagrama de codificação de atividades, propósitos e abordagens comunicativas das aulas 7 e 8.



Nota: Para consultar o significado das siglas, ver Quadro 1, p. 77. Fonte: os autores.

Na sequência, estava prevista a Atividade 3 que correspondia à resolução de um exercício na apostila, a qual, contudo, não foi realizada pela professora. Além disso, Áurea efetuou uma mudança na ordem das Atividades 4 e 5, executando a quinta posteriormente à segunda atividade. Para tanto, forneceu instruções à turma (OA) sobre a segunda simulação que seria explorada naquele dia, utilizando uma abordagem N/A. Em seguida, os/as alunos/as exploraram uma simulação (ESC) na qual manipulavam a quantidade de matéria e o volume de água de uma solução de nitrato de cobalto ( $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ ) e avaliavam a influência da concentração molar do sal na coloração adquirida pelo sistema. Pode se observar também que aproximadamente após a metade e no final da execução da atividade, a professora faz uma pausa na exploração para fazê-la junto com a turma e discutir os resultados observados pelos/as alunos/as (DC) de modo a encaminhá-los para a formalização conceitual posterior.

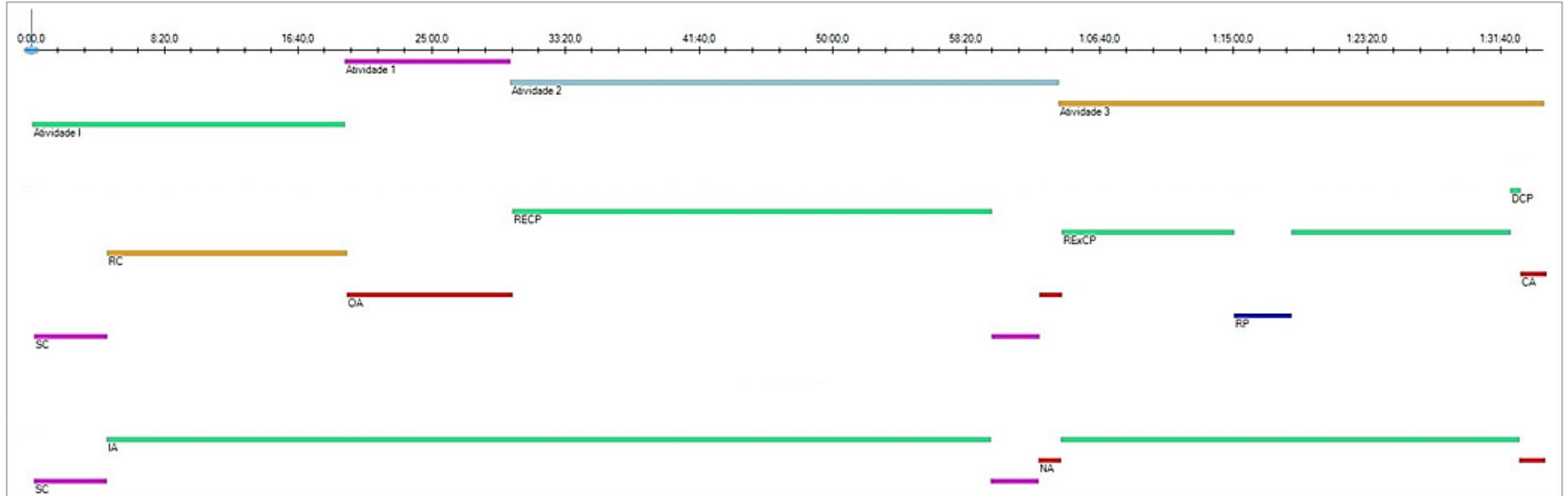
Nesta atividade, observamos a presença da alternância entre as abordagens I/D e I/A, a primeira durante a exploração da simulação pela turma, na qual era esperado que os/as alunos/as registrassem suas observações e explicações, e a segunda, nas pausas inseridas pela professora para discutir e sistematizar o que os/as alunos/as já haviam explorado. Só após a exploração da simulação é que Áurea inicia a Atividade 4, sustentando a abordagem I/A, para partir da discussão dos resultados observados e encaminhar os/as alunos/as para a formalização do conceito de concentração e formas de se calculá-la (AC), ação que foi realizada com base em um esquema escrito na lousa.

Em seguida, Áurea iniciou a Atividade 6 apresentando algumas orientações (OA) sobre o experimento de titulação que seria executado na aula posterior, de forma N/A. Então, perguntou à turma se ainda restavam dúvidas sobre os conteúdos vistos na aula do presente dia. Uma aluna manifestou sua dúvida em relação ao cálculo da concentração de soluções e a professora inseriu um momento de revisão de conteúdos (RC) para responder a dúvida levantada, seguindo uma abordagem I/A e aproveitando o esquema já posto na lousa na atividade anterior. Sanada a dúvida, a professora concluiu a aula e dispensou a turma do laboratório (CA).

#### **4.3.2.5 Aulas 9 e 10**

A quinta aula dupla da SD ocorreu integralmente no laboratório didático e seu diagrama de codificação está ilustrado na **Figura 15**.

**Figura 15.** Diagrama de codificação de atividades, propósitos e abordagens comunicativas das aulas 9 e 10.



Nota: Para consultar o significado das siglas, ver Quadro 1, p. 77. Fonte: os autores.

A aula teve início com a chegada dos/as alunos/as ao ambiente e a distribuição das apostilas pela professora. Após a acomodação nas mesas, Áurea começou a Atividade I, que não havia sido planejada, com o objetivo de realizar uma revisão dos conteúdos estudados na aula anterior (RC). Para tanto, utilizou uma abordagem I/A, retomando os conceitos de equilíbrio de solubilidade e concentração estudados e os cálculos dos diferentes tipos de concentração, efetuando diversas questões aos/às alunos/as. Em seguida, Áurea partiu para a Atividade 1, um colóquio sobre o experimento de titulação do íon cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) presente nas amostras de água que seria realizado na aula (OA). Para isso, manteve a abordagem I/A, construindo os passos do roteiro experimental em consonância com a turma, inclusive explicando a reação química entre os íons cloreto presentes no titulado e os íons prata provenientes da solução titulante de nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ), bem como o funcionamento da substância indicadora, o cromato de potássio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ).

Feito isso, os/as alunos/as foram conduzidos à Atividade 2, na qual, de fato, efetuaram a prática experimental (RECP). Para isso, Áurea dividiu os seis grupos presentes no laboratório em duas frentes, sendo uma responsável pela análise da amostra de água da nascente e outra da água da foz. Cada um dos três grupos constituintes das duas frentes ficou responsável por uma etapa do experimento, no caso: a filtração da amostra para retirada de material particulado, a adição da solução indicadora e, por fim, a titulação em si. O experimento foi realizado de acordo com uma abordagem I/A, na qual os/as alunos/as eram guiados pelo roteiro presente em suas apostilas e pelas orientações da professora, que circulava pelos grupos para verificar o andamento do trabalho.

Após a execução da prática, os grupos responsáveis pela titulação (que foi executada na bancada frontal do laboratório) retornaram às suas mesas e a professora iniciou a Atividade 3, destinada ao cálculo da concentração de cloreto nas amostras. Para isso, utilizando uma abordagem N/A, orientou a turma a registrar os valores de volume da viragem da titulação em suas apostilas para que se preparassem para a execução do cálculo (OA). Seguindo uma abordagem I/A, na sequência, Áurea efetuou o cálculo da concentração de cloreto na amostra de água da foz (RExCP), retomando conhecimentos referentes à estequiometria de reações químicas e os próprios cálculos de concentração.

Antes de efetuar o mesmo procedimento para a amostra de água da nascente, a professora insere na atividade um momento de RP, no qual pergunta aos/às alunos/as se aquela apresentaria uma concentração de cloreto maior ou menor do que a da foz. Seguindo uma abordagem I/A, a professora conduziu a turma para a conclusão de que o valor na foz seria maior por conta da solubilização dos materiais presentes no solo ao longo do percurso do

córrego. Então, passou para a turma a tarefa de efetuar o cálculo e finalizou com a verificação do valor encontrado. Por fim, a professora fez uma breve discussão acerca dos resultados obtidos no dia, também seguindo uma abordagem I/A, na qual avaliou em conjunto com a turma o significado deles com relação à potabilidade da água (DCP) e concluiu a aula (CA), com uma abordagem N/A, dispensando os/as alunos/as do laboratório.

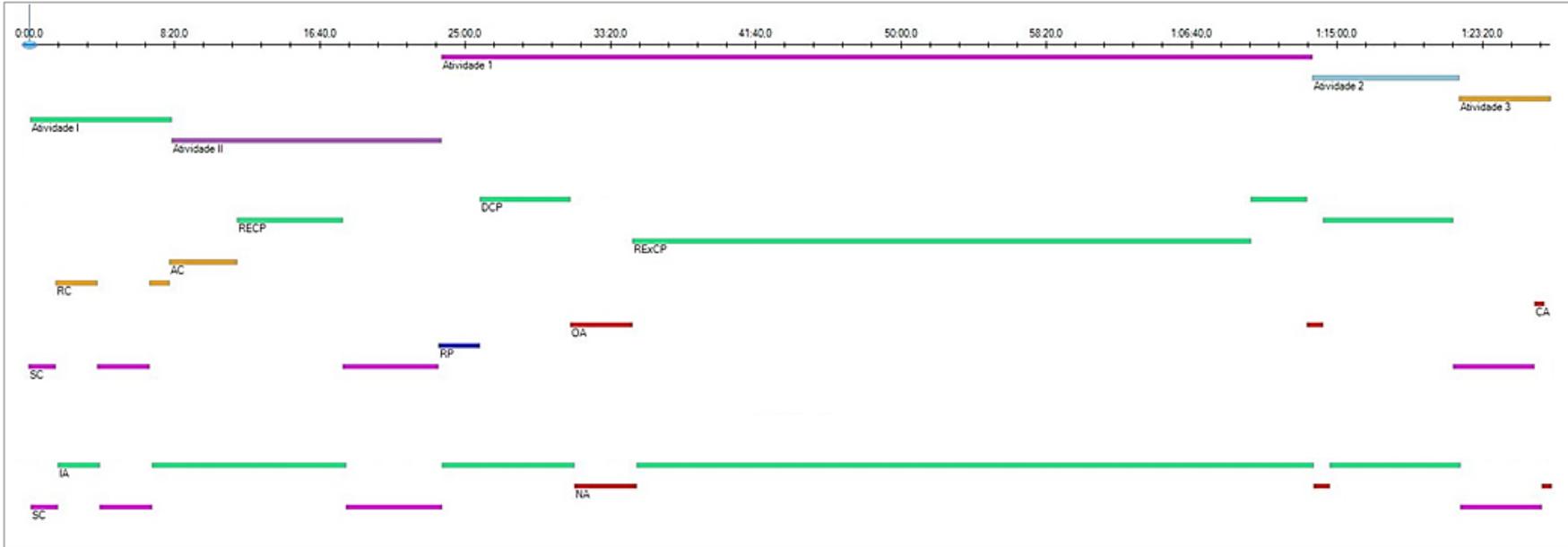
#### 4.3.2.6 Aulas 11 e 12

A sexta aula dupla da SD ocorreu integralmente no laboratório didático e seu diagrama de codificação pode ser observado na **Figura 16**. Os/as alunos/as chegaram ao laboratório e se acomodaram e a professora deu início à aula com a Atividade I, não planejada previamente. Nela, fez uma revisão com a turma sobre o experimento efetuado na aula anterior (RC) com base em uma abordagem I/A, questionando-os/as sobre a prática, os resultados encontrados e sua interpretação. Percebe-se nessa atividade um momento de interrupção no qual Áurea notou que os/as alunos/as estavam sem suas apostilas e, assim, promoveu uma pausa para entregá-las.

Em seguida, Áurea inseriu uma segunda atividade não planejada, a Atividade II, que na realidade estava planejada como a aula 10, porém não foi efetuada na aula anterior por conta da revisão de conteúdos e do tempo dedicado ao experimento de titulação. Nesta atividade, num primeiro momento, a professora apresentou à turma o conceito de pH e sua relação com a acidez ou alcalinidade de uma solução (AC) e na segunda parte solicitou que dois alunos a auxiliassem na medição do valor do pH das amostras de água utilizando fita indicadora e um pHmetro digital (RECP). A atividade foi realizada segundo uma abordagem I/A, no primeiro momento com a professora guiando os/as alunos/as pela construção do conceito de pH e na segunda instruindo os alunos voluntários na medição e guiando a observação dos resultados pelo resto da turma.

Após a medição, Áurea cedeu um tempo para que a turma registrasse suas anotações nas apostilas e posteriormente passou para a Atividade 1, em que inseriu um momento de RP, no qual recuperou o problema da potabilidade da água e lhes perguntou sobre os dados analisados até o momento. Inicialmente, dois alunos entraram em um confronto sobre os resultados encontrados, um deles alegando que, dado que os valores de pH encontrados para ambas as amostras estavam dentro do padrão, era possível consumir a água e a outra chamando a atenção para a análise integral dos dados encontrados até aquele momento, o que indicava, de forma panorâmica, que não era possível consumir a água.

**Figura 16.** Diagrama de codificação de atividades, propósitos e abordagens comunicativas das aulas 11 e 12.



Nota: Para consultar o significado das siglas, ver Quadro 1, p. 77. Fonte: os autores.

A professora deixou os alunos discutirem seus pontos de vista e então entrevistou na discussão, colocando como visão adequada aquela trazida pela aluna, e por fim destacou a necessidade de avaliação dos parâmetros microbiológicos, que ainda não haviam sido medidos, para que todas as análises fossem concluídas e o parecer final fosse proferido. Nesse momento, observa-se uma abordagem I/A que foi sustentada pela professora com base no ponto de vista de análise integral dos parâmetros de qualidade trazido pela aluna que se envolveu na discussão com seu colega. Estabelecida a necessidade de análise dos parâmetros microbiológicos, Áurea seguiu com a abordagem I/A, discutindo com a turma o significado dos parâmetros microbiológicos (DCP) e sua importância para o problema da potabilidade do córrego.

Feito isso, passou para a próxima fase da atividade, na qual os/as alunos/as discutiriam e realizariam um estudo de caso sobre eutrofização da água. De início, forneceu instruções para a realização da atividade (OA), a partir de uma abordagem N/A, e, então, a turma, dividida em grupos, efetuou a resolução do caso (RExCP). Nele, apresentava-se uma situação fictícia em que um morador de um sítio construiu uma fossa para despejar seus esgotos e por consequência da não contenção dos resíduos um rio havia sido contaminado, gerando a mortandade dos peixes e ocasionando doenças na população da cidade.

É interessante notar que essa fase da atividade durou cerca de 41% do total da aula, aspecto que já havia sido considerado por Áurea em suas orientações para a turma a fim de que eles/as pudessem ler, discutir e solucionar o caso de maneira atenta e calma. Nesse momento, também se observou uma abordagem I/A, pois mesmo que fossem realizadas discussões, era exigido deles/as que se baseassem nos conteúdos estudados previamente para responder às questões propostas na apostila, direcionando-os/as para uma interpretação única sobre o caso. Para finalizar essa atividade, a professora retomou a atenção da turma e fez uma discussão geral (DCP) para levantar os resultados do caso discutidos pelos grupos.

Na sequência, Áurea passou para a Atividade 2, na qual seria realizada a medição da concentração de oxigênio dissolvido nas amostras de água, parâmetro químico que, porém, foi utilizado como uma estimativa para os parâmetros microbiológicos. Áurea forneceu orientações sobre o experimento (OA), seguindo uma abordagem N/A na qual apresentou os equipamentos e a forma de análise. Em seguida, solicitou que dois alunos a auxiliassem na execução da prática (RECP). Para tanto, utilizou um kit de determinação visual que consistia de uma ampola com uma solução reagente esverdeada que, quando em contato com o oxigênio dissolvido nas amostras se tornava azulada, sendo a concentração determinada pela intensidade da cor adquirida comparada com uma escala. Utilizando uma abordagem I/A, Áurea efetuou a prática de forma demonstrativa pra a turma e levou as ampolas para os diferentes grupos observarem.

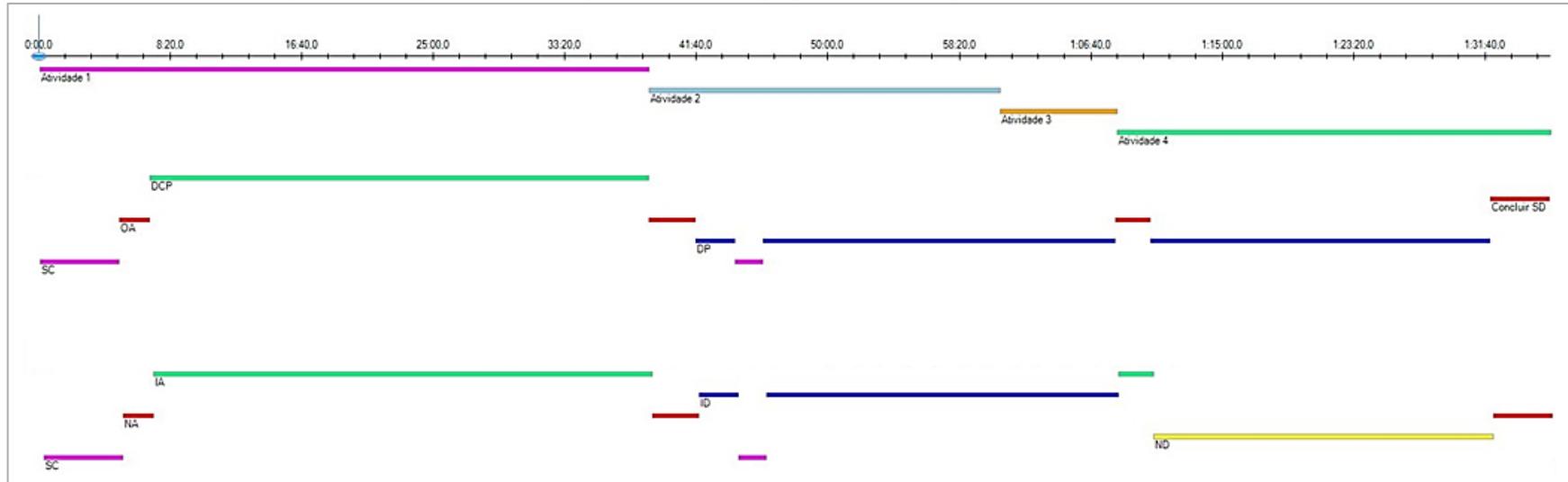
Após a execução do experimento, a professora cedeu um tempo para que a turma registrasse os resultados observados em suas apostilas e por fim concluiu a aula (CA) dispensando os/as alunos/as do laboratório. É importante notar que, também para essa aula dupla, somente as atividades referentes à aula 11 foram realizadas. Estava previsto que a aula 12 seria direcionada ao estudo da solubilidade dos gases em água, no entanto, a professora optou por utilizar o tempo da aula dupla do dia para a análise do pH e a resolução do estudo de caso, aspecto que havia sido acordado previamente nos encontros semanais de acompanhamento da aplicação.

#### **4.3.2.7 Aulas 13 e 14**

A última aula dupla da SD ocorreu na sala de vídeo da escola e seu diagrama de codificação está ilustrado na **Figura 17**. Os/as alunos/as chegaram ao ambiente, se acomodaram nas carteiras, que estavam dispostas em círculo, e a professora, após aprontar a projeção, distribuiu suas apostilas. Então, deu início à Atividade 1, apresentando aos alunos (OA), de forma N/A, o objetivo das aulas do dia, a saber, a conclusão da aplicação da SD. Na sequência, procedeu com o desenvolvimento da atividade, na qual projetou uma tabela com os resultados encontrados para os parâmetros de qualidade das amostras de água e os valores-padrão estabelecidos pelo MS (DCP). De forma I/A, a professora comparou, em conjunto com a turma, cada um dos parâmetros analisados e buscou relacionar os resultados obtidos com os conceitos relativos ao tema de solubilidade dos materiais desenvolvidos ao longo das aulas. Para concluir a atividade, sintetizou com a turma as informações discutidas e guiou os/as alunos/as para o parecer final de que a água do córrego Pirajussara não poderia ser considerada potável por conta da inadequação aos parâmetros qualidade regulamentados.

Em seguida, passou para a Atividade 2, fornecendo instruções (OA) de forma N/A sobre a leitura e discussão de reportagens sobre o córrego presentes na apostila. Os/as alunos/as, divididos em grupos, efetuaram a leitura e a discussão dos textos (DP) que apresentavam notícias sobre enchentes ocasionadas por chuvas na região por onde passa o córrego e sobre medidas tomadas para a solução do problema como a construção de galerias e piscinões. Posteriormente, chamou a atenção da turma e realizou a Atividade 3, na qual solicitou que eles/as levantassem as informações lidas e discutiu algumas questões propostas na apostila (DP) como as causas para o problema, perspectivas para a sua solução e benefícios da despoluição do córrego para a sociedade e o ambiente.

**Figura 17.** Diagrama de codificação de atividades, propósitos e abordagens comunicativas das aulas 13 e 14.



Nota: Para consultar o significado das siglas, ver Quadro 1, p. 77. Fonte: os autores.

Nessas duas atividades, observa-se a sustentação de uma abordagem I/D, agora mobilizada para transferir a responsabilidade de avaliação e discussão do problema pelos/as alunos/as. Assim, na condução das atividades, Áurea se preocupou em levantar e discutir com a turma as diferentes proposições para a solução do problema estudado ao longo das aulas da SD. Então, passou para a Atividade 4, solicitando que uma aluna lesse o texto com as orientações presente na apostila (OA) e discutiu com eles/as as características de textos argumentativos para que redigissem sua produção na apostila.

Na sequência, os/as alunos/as efetuaram a atividade de redação da produção textual (DP), na qual era exigido que eles/as, com base nas discussões suscitadas ao longo das aulas e nos conteúdos estudados, expusessem e discutissem seus pontos de vista sobre a poluição do córrego Pirajussara. É interessante notar que nesse momento se observa uma abordagem N/D na condução da atividade, aspecto que é justificado por dois pontos: o primeiro, porque, de fato, não houve interação entre a professora e a turma, visto que os/as alunos/as individualmente se concentraram na redação de seus textos, o que justifica a dimensão Não-Interativa; e o segundo, porque a professora já os/as havia orientado quanto à liberdade para exposição de suas opiniões, além disso, este aspecto estava discriminado na própria apostila, desta forma, consideramos que a atividade atende à dimensão Dialógica pela abertura do discurso às ideias dos alunos/as, mesmo neste caso sendo um discurso textual escrito. Por fim, a professora concluiu a SD, solicitando a entrega dos exercícios de avaliação pela turma, agradecendo sua participação e a dos pesquisadores na aplicação das aulas e dispensando os/s alunos/as.

#### **4.4 Síntese**

O presente capítulo foi destinado à apresentação do mapeamento multinível da SD elaborada para a coleta de dados de nossa pesquisa. Para tanto, inicialmente discutimos as características do tema sociocientífico selecionado e da problematização desenvolvida. Consideramos que a poluição do córrego Pirajussara é um tema de relevância, nos termos do MTE, por apresentar a intersecção de diferentes esferas de comunicação e atividade como a social, a ambiental e a política, e para desenvolvê-lo em sala de aula a problematização buscou discutir a situação atual do córrego com base nas políticas de saneamento básico presentes em nosso país. Como problema sociocientífico construído ao longo do desenvolvimento da narrativa da SD, propusemos a questão desencadeadora relacionada à potabilidade da água do córrego, avaliada com base em parâmetros de qualidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde e desenvolvemos conceitos relacionados à solubilidade dos materiais em água para subsidiar as análises efetuadas pelos/as alunos/as.

Na sequência, apresentamos os mapeamentos efetuados para o plano documental e para o registro audiovisual da aplicação das aulas. Para tanto, dado nosso problema de pesquisa, isto é, a caracterização dos aspectos discursivos da problematização no desenvolvimento de uma SD, selecionamos como categorias que balizaram nossas análises os propósitos das atividades e os contextos comunicacionais planejados e executados. Para a primeira categoria, utilizamos a classificação proposta por Sgarbosa (2018) em propósitos de Gestão, Conteúdo, Problematização e Articulação C&P, e para a segunda, as abordagens comunicativas de Mortimer e Scott (2003) em Interativa/Não-Interativa e De Autoridade/Dialógica.

Conforme descrito no Capítulo 3, a análise foi efetuada por meio da segmentação multinível (SILVA-NETO, 2016), pela qual as Aulas (Nível I) da SD são segmentadas em Episódios de Ensino (Nível II), compostos por diferentes Sequências Discursivas - SDi (Nível III). Neste capítulo, buscamos apresentar e discutir os resultados observados para as categorias descritas acima no nível das Aulas e dos Episódios, sendo que identificamos, em termos quantitativos, os resultados que seguem.

Com relação aos propósitos das atividades: há concentração de propósitos relacionados à Problematização nas primeira e última aulas da SD, que foram destinadas, respectivamente, à apresentação e solução do problema; a primeira metade da SD teve maior porcentagem de propósitos relacionados ao Conteúdo e a segunda metade teve maior porcentagem de propósitos de Articulação C&P, isto, pois a professora primeiramente desenvolveu os conteúdos químicos necessários para posteriormente aplicá-los na análise e interpretação dos dados relacionados à qualidade da água do córrego; e que, mesmo não explicitamente descrito no plano de ensino, ao longo da aplicação a professora inseriu em cada uma das aulas da SD propósitos relacionados à Problematização, confirmando o papel do problema como estruturante da narrativa da SD.

Com relação à abordagem comunicativa: a professora utilizou majoritariamente a abordagem na dimensão Interativa com a turma para envolver os/as alunos/as na construção da narrativa da SD; há predomínio da dimensão Dialógica no início da SD, indicando uma abertura ao discurso dos/as alunos/as, que transita para maior porcentagem da dimensão De Autoridade ao final da SD, momento em que os conteúdos são mobilizados para a interpretação do problema; e por fim, a articulação entre propósitos e abordagens comunicativas mostra que a professora utilizou a dimensão Dialógica para levantar os pontos de vista da turma sobre a poluição do córrego Pirajussara e também sobre o fenômeno de solubilidade dos materiais, já com relação à retomada problematização ao longo da SD, a professora utilizou a dimensão De Autoridade para interpretar os resultados das análises e instaurar a necessidade de análise dos diferentes parâmetros de qualidade.

Em termos qualitativos, observamos que as primeira e última aulas da SD foram destinadas majoritariamente e respectivamente, à apresentação e solução do problema que estrutura a SD, sendo na primeira aula levantados os fatores associados à poluição do córrego Pirajussara, as políticas de saneamento básico no Brasil e a classificação dos parâmetros de qualidade, e na última aula, avaliados os resultados obtidos ao longo das aulas e sua relação com o conteúdo químico estudado e propostas soluções para o problema.

Nas aulas intermediárias, foi possível observar uma rota seguida pela professora, com base no planejamento elaborado, para a solução do problema. De maneira geral, as atividades seguiram um padrão de alternância de propósitos: inicialmente, os/as alunos/as executavam um experimento ou exploravam uma simulação digital relacionados aos conceitos científicos que deveriam ser formalizados; na sequência a professora discutia com a turma os resultados obtidos e sistematizava as definições necessárias; num terceiro momento, eram analisados os parâmetros de qualidade; e só então Áurea inseria momentos de retomada de problematização, seja para discutir os resultados à luz dos conceitos formalizados, seja para colocar a necessidade da análise de mais parâmetros. Este aspecto, além de mais uma vez corroborar a nossa proposta de que o problema atua como elemento estruturador da narrativa da SD, também corrobora a proposição teórica de que ele atua como articulador entre os eixos do MTE, visto que o fato de Áurea inserir a retomada da problematização só após a formalização conceitual e análise dos parâmetros, demonstra a articulação, sustentada pelo problema, entre o tema sociocientífico, a atividade e o conteúdo, elementos levados em consideração ao se planejar sequências didáticas com base no MTE.

Para concluir, dado nosso objetivo de caracterizar o discurso relacionado à construção da problematização da SD, colocamos como critério para a seleção de episódios que serão submetidos à análise microgenética no capítulo seguinte, a presença de momentos de retomada da problematização para avaliar tanto a estrutura e função dos seus enunciados como a forma como a professora retoma os contextos vivenciados ao longo das aulas para estruturar o desenvolvimento da narrativa que embasa a SD.

## Capítulo 5: Análise de Episódios Referentes à Problematização

Finalizamos o capítulo anterior destacando que ao longo da aplicação da SD, a professora inseriu nas aulas momentos de retomada da problematização, além de ter priorizado a discussão mais expressiva sobre o problema da SD na primeira e na última aula. Com base nisso, selecionamos os episódios que serão apresentados e analisados neste capítulo, o qual está dividido em três seções: na primeira, será descrito o quadro construído para a análise dos episódios selecionados a partir do mapeamento multinível da SD; na segunda, serão apresentadas as análises e discussões dos episódios relacionados à proposição, retomada e conclusão da problematização de modo a demonstrar a aplicabilidade do quadro analítico e seu diálogo com o referencial teórico; e por fim, na terceira, apresentaremos uma síntese dos resultados encontrados para a análise microgenética.

### 5.1 Descrição do Quadro Analítico dos Episódios

Recordando o objetivo de nosso trabalho e o referencial teórico que o embasa, propusemos que, adotando o MTE no planejamento de ensino sob uma perspectiva sociocultural, o problema teria a função de elemento articulador de seus eixos estruturantes – atividade, conteúdo e tema sociocientífico – sendo caracterizado como contexto mental que promoverá a continuidade de uma sequência de aulas por emergir ao plano social da sala de aula na forma de uma questão que direcionará o prosseguimento das atividades da sequência. Assim, quando efetuado o mapeamento multinível da SD, foram selecionados os episódios nos quais a professora Áurea fazia menção direta ao problema sociocientífico trabalhado, sobretudo, momentos de retomada do problema na transição entre atividades consecutivas da SD para ilustrar sua função como elemento de continuidade.

Por se tratar de um contexto mental, podemos somente acessá-lo pelo contexto comunicacional da sala de aula por meio da análise das interações discursivas produzidas por professor/a e estudantes. Isso, porque, a partir da perspectiva sociocultural, o processo de externalização das ideias que são produzidas no plano mental é efetuado, sobretudo, por meio da fala, quando os signos que organizam as operações mentais se materializam no plano social. É importante mencionar que, devido ao aspecto multimodal da comunicação em sala de aula, além da fala, outros modos semióticos, como os gestos, a proxêmica (interação ao longo do espaço entre sujeitos ou sujeitos e objetos) e o olhar também podem desempenhar o papel de promover o deslocamento contextual, visto que, quando articulados à fala, auxiliam o/a professor/a na produção de significados (KRESS *et al.*, 2001). A partir dessas considerações, nosso quadro analítico é constituído por dois aspectos: o primeiro, a caracterização do contexto

comunicacional e o segundo, a caracterização do deslocamento de contextos que promove a continuidade da SD (SGARBOSA, 2018).

### **5.1.1 Caracterização do Contexto Comunicacional**

O contexto comunicacional será caracterizado com base na análise da Abordagem Comunicativa (MORTIMER E SCOTT, 2003) e do Padrão de Interação (MEHAN, 1979; MORTIMER E SCOTT, 2003; SILVA E MORTIMER, 2010) do discurso da sala de aula. O primeiro ponto foi previamente definido na seção 4.1.2 do capítulo anterior, desta forma, não será novamente explorado teoricamente, contudo, cabe retomar as categorias selecionadas para a análise: Não-Interativa, De Autoridade; Não-Interativa, Dialógica; Interativa, De Autoridade; e Interativa, Dialógica.

O segundo ponto analisado para caracterização do contexto comunicacional é o Padrão de Interação que pode ser definido como a produção de formas estáveis de enunciados que suportam a condução do discurso interativo. O padrão mais reconhecido é o padrão triádico I-R-A proposto por Mehan (1979). Segundo o autor, quando do estabelecimento de uma interação em sala de aula, existe entre professor/a e estudantes uma forma padronizada de condução do discurso que corresponde a uma Iniciação (I) feita pelo/a professor na forma de uma questão endereçada à turma, seguida por uma Resposta (R) dos/as estudantes, a qual recebe uma Avaliação (A) pelo/a professor/a, ou seja, é aceita ou rejeitada para a continuação da interação.

O autor (idem, p. 44) também divide a forma geral das Iniciações promovidas pelo/a professor/a em quatro classes: (i) Iniciações de Escolha, nas quais se solicita que os/as alunos/as façam uma escolha entre opções listadas pelo/a professor ou forneçam uma resposta afirmativa ou negativa à pergunta feita; (ii) Iniciações de Produto, que elicitam dos/as alunos informações fatuais; (iii) Iniciações de Processo, nas quais é elicitada uma explicação para um fenômeno observado; e (iv) Iniciações de Metaproceto, nas quais se solicita que os/as alunos/as expliquem o raciocínio adotado para chegar à explicação de um fenômeno. Assim como as Iniciações, as Respostas dos/as alunos/as também são caracterizadas de acordo com as quatro categorias anteriores, e além disso, como as Iniciações podem partir dos/as alunos e as Respostas podem ser fornecidas pelo/a professor/a, quando combinadas, são geradas 16 categorias analíticas, conforme destacam Silva e Mortimer (2010, p. 130).

Mortimer e Scott (2003, p. 41) acrescentam à última etapa da tríade a ideia de Feedback, que pode ser do tipo avaliativo, como já descrito por Mehan, mas que também pode ter função elicitativa, o que corresponde a solicitar aos/as estudantes que complementem sua resposta com mais informações a fim de garantir o prosseguimento do discurso. Desta forma, o padrão

adquire a forma I-R-F, ou a cadeia estendida I-R-F-R-F, caso se siga com feedbacks elicitativos. Por fim, Silva e Mortimer (2010, p. 130-131) acrescentam à análise do padrão de interação também os enunciados de Síntese da Interação, que corresponde à conclusão, pelo/a professor/a, de uma sequência discursiva a partir da síntese das ideias enunciadas no decorrer da interação, sendo observado usualmente após um turno de avaliação; Sem Interação, quando somente se observa a fala do/a professor/a; e Troca Verbal, para enunciados que não se enquadram nas categorias listadas anteriormente.

Portanto, para caracterização do contexto comunicacional, analisaremos os episódios com base nas quatro classes de Abordagem Comunicativa e nas 21 categorias de Padrão de Interação, conforme descrito no **Quadro 2**. É importante destacar que durante a apresentação das análises dos episódios selecionados ao longo do capítulo, os quadros com as respectivas transcrições contarão com a enumeração do turno de fala (identificada por T) na primeira coluna; a duração do turno (com os tempos inicial e final do turno identificados por Ti e Tf) na segunda; a pessoa que fala durante o turno (identificada por F, sendo P para falas da professora e An, com n =1, 2, 3 etc., para as falas do enésimo aluno) na terceira; a transcrição da fala na quarta; e a categoria referente ao Padrão de Interação na quinta coluna (identificada por PI e com as respectivas categorias identificadas de acordo com as siglas listadas no **Quadro 2**). A Abordagem Comunicativa será apresentada em uma linha abaixo à transcrição do episódio, sendo também identificada pelas siglas presentes no **Quadro 2**.

### 5.1.2 Caracterização do Deslocamento Contextual

Revisando a noção de contexto, descrevemos no Capítulo 2 que Edwards e Mercer (1987) sugerem uma noção ampliada que incorpora três classes: o situacional (entorno material da atividade), o comunicacional (discurso) e o mental (ideias compartilhadas). Giordan (2013) destaca que para a produção de significados o/a professor/a efetua deslocamentos de contexto que correspondem à retomada, por meio do discurso, de um contexto situacional ou comunicacional de uma atividade anterior que se torna contexto mental compartilhado entre professor/a e estudantes na atividade posterior. Para realizar, então, a análise do deslocamento contextual utilizaremos uma adaptação da ferramenta desenvolvida por Sgarbosa (2018, p. 89) inicialmente proposta para análise dos planos documentais de SD. Essa ferramenta corresponde à indicação de à qual atividade previamente executada da SD o episódio se refere. Para isso, serão utilizadas as legendas Ai\_Epm, interpretada como o Episódio m da Aula i e Aj\_Epn, Episódio n da Aula j, para representar atividades de diferentes aulas e a legenda Ai\_Epm → Aj\_Epn para representar que no Episódio n da Aula j a professora utiliza como contexto mental a experiência vivenciada no Episódio m da Aula i. Desta forma, por exemplo, se no episódio 4

de aula 1 se verificou a retomada do contexto do episódio 2 da mesma aula, utilizamos a legenda “A1\_Ep2 → A1\_Ep4”. Essa caracterização é importante para se verificar qual/is atividade/s da SD é/são retomada/s para a construção e a reconfiguração do problema sociocientífico. Tal como a abordagem comunicativa, o deslocamento contextual também estará presente nos quadros com as transcrições dos episódios, sendo alocado na linha abaixo à abordagem comunicativa e identificado pela legenda sinalizada neste parágrafo.

**Quadro 2.** Categorias de análise do contexto comunicacional da sala de aula.

<b>Categorias de Análise do Contexto Comunicacional</b>	
<b>Abordagem Comunicativa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Não-Interativa; De Autoridade (N/A)</li> <li>➤ Não-Interativa; Dialógica (N/D)</li> <li>➤ Interativa; De Autoridade (I/A)</li> <li>➤ Interativa; Dialógica (I/D)</li> </ul>
<b>Padrão De Interação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Iniciação de Escolha (Ies)</li> <li>➤ Iniciação de Produto (Ipd)</li> <li>➤ Iniciação de Processo (Ipc)</li> <li>➤ Iniciação de Metaproceto (Imp)</li> <li>➤ Resposta de Escolha (Res)</li> <li>➤ Resposta de Produto (Rpd)</li> <li>➤ Resposta de Processo (Rpc)</li> <li>➤ Resposta de Metaproceto (Rmp)</li> <li>➤ Avaliação (A)</li> <li>➤ Feedback (F)</li> <li>➤ Síntese da Interação (S)</li> <li>➤ Sem Interação (Si)</li> <li>➤ Troca Verbal (Tv)</li> </ul>

Fonte: Os autores, a partir de Mehan (1979), Mortimer e Scott (2003) e Silva e Mortimer (2010).

## 5.2 Análise de Episódios

Apresentado o quando analítico, passamos agora à descrição e à análise dos episódios de construção da problematização ao longo da SD. Em cada sub-tópico será feita uma breve descrição do contexto no qual ocorreu o episódio, seguida da apresentação da respectiva transcrição, e na sequência a análise das interações discursivas observadas. Buscamos nomear os episódios de modo a intitulá-los com frases que sintetizassem o tema geral vivenciado na interação e também identificar, nas transcrições, os/as alunos/as participantes utilizando códigos alfanuméricos escolhidos de acordo com a ordem alfabética de seus nomes, podendo assim verificar a participação deles/as no desenvolvimento das aulas. Além disso, nas

transcrições, utilizamos os sinais propostos por Preti (1999, p. 11-12) e que estão listados no **Quadro 3**, para indicar pausas na fala, ênfases, prolongamentos de sílabas e truncamentos, bem como tecer comentários sobre o contexto situacional para facilitar a visualização das interações ocorridas.

**Quadro 3.** Sinais utilizados nas transcrições dos áudios dos episódios.

Sinais	Ocorrência
( )	Palavras ou sentenças inaudíveis.
/	Truncamento de palavras (p.e.: /tá = está, /pra = para).
<b>MAIÚSCULAS</b>	Entonação enfática.
:: ou :::	Prolongamento de vogais ou consoantes.
?	Interrogação.
...	Pausas na fala.
“ ”	Citação de falas de outros.
(( ))	Comentários sobre elementos contextuais do episódio.

Fonte: Os autores, a partir de Preti (1999, p. 11-12).

### 5.2.1 Episódio 1: “Eu quero saber do ponto de vista químico”

O primeiro episódio foi observado nas Aulas 1 e 2, após a atividade de coleta da amostra de água do córrego Pirajussara. Os/as alunos/as retornaram ao laboratório didático da FEUSP e a professora dirigiu-lhes a questão desencadeadora da SD, conforme pode ser visto no **Quadro 4**.

O episódio se inicia com a professora colocando uma iniciação de escolha na qual pergunta à turma se a água recém coletada do córrego Pirajussara poderia ser considerada potável. Os alunos A22 e A13 a respondem negativamente e em sequência Áurea faz uma iniciação de processo perguntando, então, os motivos pelos quais não é possível consumi-la e recebe como resposta dos mesmos alunos justificativas genéricas e em tom de ironia, como a preservação de suas vidas e a racionalidade dos seres humanos.

A professora não aceita as respostas dadas e direciona a visão dos estudantes para o que chama de “ponto de vista químico”, exigindo uma elaboração melhor fundamentada de suas respostas. Logo em seguida, recebe como resposta características físicas como a cor e o odor, o fato de a água estar contaminada e até a presença de substâncias dissolvidas, fato que é questionado pela professora, porém não discutido. Na sequência, inicia-se uma troca verbal, na qual a professora e A30 discutem sobre pequenas larvas de insetos que estavam presentes na água e Áurea coloca seu ponto de que as larvas somente conseguem se desenvolver em água limpa, recebendo um comentário de A22 posteriormente de que ele ouviu relatos de que elas conseguiriam também se desenvolver em águas contaminadas, fato que não recebe feedback pela professora.

**Quadro 4.** Transcrição do episódio A1\_Ep18: “Eu quero saber do ponto de vista químico”.

<b>T</b>	<b>Ti – Tf</b>	<b>F</b>	<b>Transcrição</b>	<b>PI</b>
<b>1</b>	[00:00] [00:08]	P	Pessoal, essa água que nós coletamos agora no Pirajussara, nós podemos beber ela? ((alunos/as se acomodando nas mesas do laboratório))	Ies
<b>2</b>	[00:08] [00:08]	A22	Não...	Res
<b>3</b>	[00:09] [00:12]	A13	Ó, professora, poder beber até pode... né... mas as consequências...	Res
<b>4</b>	[00:13] [00:17]	P	Por que que nós não podemos beber? Por que que ela não é uma água própria para consumo?	Ipc
<b>5</b>	[00:15] [00:16]	A22	Porque nós queremos viver...	Rpc
<b>6</b>	[00:17] [00:21]	A13	Porque nós somos racionais e entendemos que a água não é limpa...	Rpc
<b>7</b>	[00:20] [00:25]	P	(7.1) Não... mas eu quero saber do ponto de vista químico!	A
			(7.2) Por que do ponto...	Ipc
<b>8</b>	[00:25] [00:26]	A13	Pela cor dela.	Rpc
<b>9</b>	[00:26] [00:27]	A19	Porque ela tá contaminada.	Rpc
<b>10</b>	[00:27] [00:29]	A14	Pelo cheiro... pelo odor.	Rpc
<b>11</b>	-	A1	(inaudível) ((professora acena com a cabeça na direção de A1))	-
<b>12</b>	[00:31] [00:35]	P	(12.1) Por que tem substâncias?	F
			(12.2) Mas nós já comprovamos que essas substâncias tão lá?	Ies
<b>13</b>	[00:35] [00:37]	A1	Se eu soubesse eu diria... mas é complicado.	Res
<b>14</b>	[00:37] [00:38]	P	A gente imagina...	A
<b>15</b>	[00:38] [00:40]	A30	Sim, professora, mas tem aquelas larvinhas. ((professora anda na direção de A30))	Tv
<b>16</b>	[00:40] [00:42]	P	Tem larva ali? Vocês viram?	Tv
<b>17</b>	[00:41]	A30	Tem... Tem, professora... Que ele até falou que era o zika vírus essa pequenininha...	Tv

	[00:45]			
18	[00:44] [01:03]	P	Hum, será?	Tv
			Mas vocês sabem que o mosquito... PESSOAL... A:: ... A30 falou assim... “ah... tinha até larvinha ali”... mas vocês sabem que... inclusive... a larva do mosquito da dengue, do mosquito transmissor do zika... elas gostam de água LIMPA... né? Não gostam de água poluída.	Tv
19	[01:03] [01:07]	A30	Professora, então imagina que é uma larva mais podre ainda... porque se ela gosta de água suja...	Tv
20	[01:04] [01:10]	A22	Professora, eu fiquei sabendo que ela consegue se desenvolver na água suja também agora. ((A22 levanta a mão para pedir a fala e a professora anda na direção dele))	Tv
21	[01:10] [01:12]	A14	Professora, é porque a água suja não tem oxigênio... né? ((professora acena com a cabeça para A14))	Ies
22	[01:13] [01:14]	P	Hãn? ((professora coloca a mão em frente ao ouvido, indicando que não compreendeu o que A14 havia falado))	F
23	[01:13] [01:15]	A14	Porque na água suja não tem oxigênio.	Ies
24	[01:16] [01:18]	P	E ela precisa de oxigênio?	Ies
25	[01:18] [01:18]	A14	Também...	Res
26	[01:19] [01:38]	P	(26.1) Hum:: ... tá aí uma análise que nós vamos fazer pra medir o teor... mais pra frente... né... pra medir o teor.	A
			(26.2) Então nós vamos medir várias coisas. Vocês tão falando aí que ela tá suja... que ela tá contaminada... né? Só que nós ainda não comprovamos isso, nós vamos comprovar.	S
			(26.3) Como que seria uma água própria pra consumo humano?	Ipd
27	[01:39] [01:39]	A22	Limpa.	Rpd
28	[01:39] [01:40]	A13	Incolor.	Rpd
29	[01:42] [01:42]	A22	Sem odor.	Rpd
30	[01:42] [01:44]	A13	Sem cheiro... sem gosto.	Rpd
31	[01:45] [01:47]	P	Ela recebe algum nome específico?	Ipd

32	[01:47] [01:47]	A(s)	Potável.	Rpd
33	[01:48] [01:51]	P	(33.1) POTÁVEL...	A
			(33.2) E todo mundo recebe água potável?	Ies
34	[01:51] [01:52]	A(s)	Não...	Res
35	[01:52] [01:53]	P	Todo mundo tem acesso à água potável?	Ies
36	[01:54] [01:54]	As	Não...	Res
37	[01:54] [01:55]	P	Por que não? ((professora caminha em direção ao computador e depois muda a projeção, onde se lê “Água e Saneamento Básico para todos?”))	Ipc
38	[01:55] [02:10]	A30	Porque em grande parte do mundo, professora... tipo... eu acho que não é nem questão de investir... eu acho que o país é tão pobre que eles não têm. Igual na África, professora, tem lugar da África... não na África inteira... não só na África... mas aqui no Brasil também tem lugar que não tem tecnologia suficiente pra tornar a água limpa.	Rpc
39	[02:10] [02:12]	P	Ah! Tem lugar que não tem tecnologia...	A
40	[02:11] [02:14]	A19	A30, é a falta de recursos pra construir esse tipo de coisa.	A
41	[02:14] [02:15]	A6	ENTÃO... a tecnologia!	R
42	[02:15] [02:21]	P	(42.1) Então é falta de tecnologia... falta de recurso.	S
			(42.2) Vocês já ouviram falar em SANEAMENTO BÁSICO?	Ies
43	[02:22] [02:24]	A30	É a Sabesp... não é, professora? Tratar do esgoto?	Rpd
44	[02:24] [02:26]	P	(44.1) Tratar do esgoto...	A
			(44.2) Que mais?	F
45	[02:27] [02:29]	A13	É o reaproveitamento da água?	Rpd
46	[02:29] [02:32]	P	(46.1) Reaproveitar a água...	A
			(46.2) Que mais?	F
47	[02:32] [02:33]	A14	Economizar.	Rpd
48	[02:34]	P	Tudo isso tem relação ali com o saneamento básico? ((professora aponta para a tela de projeção))	Ies

	[02:38]			
49	[02:38]	A30	(49.1) Sim...	Res
	[02:50]		(49.2) Não...	Res
			(49.3) saneamento básico, professora, eu acho que é... tipo... cada um ter.. é:: ... devia ser o direito que todo mundo tinha de ter água limpa... de ter o tratamento da água corretamente pra você ter uma água mais limpa pra beber.	Rpc
50	[02:50] [02:52]	P	Só da água pra beber?	Ies
51	[02:52]	A13	(51.1) Não...	Res
	[02:54]		(51.2) pra tomar banho... pra se alimentar.	Rpd
52	[02:54] [02:56]	A22	Pra poder lavar as minhas roupas.	Rpd
53	[02:56] [02:58]	P	E depois que a água foi utilizada?	F
54	[02:58] [03:00]	A30	ENTÃO... tem que ter o tratamento de esgoto.	Rpc
55	[03:00]	P	(55.1) Então inclui a água pra consumo e o tratamento de esgoto.	A
	[03:07]		(55.2) Vamos ver na teoria... se essa água é pra todos...	S
<b>Abordagem Comunicativa</b>		I/D		
<b>Deslocamento Contextual</b>		(A1_Ep 14 a Ep17 e Concepções prévias) → A1_Ep18		

Fonte: os autores.

O aluno A14, então, faz uma iniciação de escolha para Áurea, questionando-a sobre a necessidade da existência de oxigênio dissolvido na água para a larva se desenvolver, e a professora devolve ao aluno outra iniciação de escolha na qual coloca essa possibilidade e ele responde que acredita que seja um fator importante. A primeira SDi do episódio finaliza com uma síntese pela professora retomando as respostas dadas e afirmando que nem ela nem eles/as estavam certos da contaminação, porém que poderiam comprová-la.

Na sequência, começa uma nova SDi fazendo uma iniciação de produto na qual pergunta aos/às alunos/as quais são as características de uma água apropriada para consumo e recebe deles/as novamente respostas relacionadas a características físicas da água como cor, odor e sabor. Para finalizar essa SDi, pergunta à turma o nome que este tipo de água recebe e obtém como resposta em uníssono o termo “potável” que é positivamente avaliado.

A terceira SDi do episódio começa com a professora perguntando por duas vezes, na forma de iniciação de escolha, se todos tinham acesso à água potável e recebendo duas vezes em uníssono respostas negativas por parte da turma. Então, para abrir uma discussão, dirige uma iniciação de processo perguntando o porquê e recebe no turno seguinte a resposta de A30 de que isso se dava pela escassez de tecnologias para a promoção do tratamento da água, citando inclusive de forma genérica o continente africano como local sem esse tipo de procedimento por conta da pobreza da região, resposta esta que é aceita pela professora na forma de um revozeamento da aluna e também avaliada por A19, o qual diz que este fator está associado à falta de recursos, fato que é respondido por A30 que coloca “tecnologia” e “recurso” como sinônimos. A professora finaliza a SDi com uma síntese citando as respostas trazidas por A30 e A19 anteriormente, sem avaliar ou problematizar a noção de tecnologia colocada.

Então, inicia a quarta SDi perguntando à turma sobre seu conhecimento acerca do saneamento básico e ao longo de seis turnos se observa uma sequência I-R-A-F estendida na qual os alunos ofertam como resposta diferentes práticas como tratamento de esgoto, reaproveitamento de água e sua economia, as quais são aceitas pela professora na forma de um revozeamento e seguidas de feedbacks na forma da expressão “Que mais?”, elicitando mais respostas da turma. Áurea faz uma iniciação de escolha perguntando se todos aqueles fatores enumerados guardavam relação com o saneamento básico e recebe de A30 a resposta de que ele também está relacionado ao direito de as pessoas receberem água tratada para consumir.

Então, Áurea pergunta na forma de iniciação de escolha se somente estava relacionado ao consumo de água e recebe respostas de produto citando outras atividades como banhar-se, preparar alimentos e lavar roupas. Então, dá um feedback elicitativo questionado sobre o que se precisa fazer após o uso e A30 responde novamente que é necessário tratar o esgoto. Para

finalizar o episódio, Áurea aceita a resposta de A30 revozeando-a e faz uma síntese na qual encaminha a turma para a próxima atividade, enunciando que eles iriam verificar se, de fato, o acesso à água potável era para todos.

Em termos de abordagem comunicativa, podemos observar que o episódio apresentado possui as características de uma categoria I/D, constituído predominantemente por cadeias I-R-A-F estendidas nas quais a professora levanta os diferentes pontos de vista trazidos pelos/as alunos/as utilizando o turno de avaliação para confirmar sua aceitação às respostas dadas por meio da sua repetição e elicitando mais respostas da turma. Observa-se um discurso aberto às diferentes ideias dos/as alunos/as, no qual a professora estimula a sua participação na interação e aceita seus diferentes pontos de vista, salvo uma exceção que será tratada a seguir, porém sem problematizá-los ou discutí-los.

Outro ponto relevante a ser comentado é o direcionamento às respostas dos/as alunos/as ocorrido no início do episódio. Ao serem questionados se era possível consumir a água, os alunos A13 e A22 deram respostas no sentido de satirizar a aparente contaminação da água. Como destacam Bezerra e Amaral (2019, p. 46) é normal os/as estudantes utilizarem respostas baseadas no senso comum no início de uma discussão sobre um problema sociocientífico, mostrando que o seu engajamento não ocorre “de forma imediata ou automática, [sendo então] necessário que sejam adotadas estratégias para fundamentar e promover os debates” (BEZERRA E AMARAL, 2019, p. 46). Áurea assim o faz ao balizar as respostas seguintes colocando como condição de contorno “o ponto de vista químico”. Num primeiro momento, pode-se pensar que a professora tem a intenção de iniciar um discurso De Autoridade, entretanto, Áurea se vale de sua autoridade nesse momento não para direcionar a turma para um único ponto de vista, mas para circunscrever o contexto que está sendo compartilhado. Isso mostra que o discurso Dialógico, embora seja aberto a diferentes pontos de vista não está dissociado de seu contexto de produção, podendo ser submetido a direcionamentos que o façam se encaixar, neste caso, na análise da qualidade da água do córrego de acordo com as características físico-químicas e não na percepção dos/as estudantes, ainda que as percepções e medidas indiquem uma concordância sobre a qualidade da água. Portanto, verifica-se uma tensão provocada, nesta fase inicial de construção do problema, entre as percepções e concepções dos estudantes e as medidas da qualidade da água do córrego anunciadas pela professora. Esta tensão será rerepresentada em outros momentos do desenvolvimento da SD e terá aspecto mais ou menos contraditório.

Já com relação ao deslocamento contextual, é perceptível a referência clara aos episódios 14 a 17 da mesma aula, que correspondem à atividade de coleta da amostra de água

na foz do córrego, que é feita pela professora no primeiro turno da interação ao utilizar o advérbio de tempo “agora” para indicar a recente atividade realizada por ela e pelos/as alunos/as. Desta forma, ao trazer ao contexto comunicacional da sala a prática recém realizada, Áurea garante como contexto mental compartilhado a imagem do ambiente poluído do córrego que foi visualizado pelos/as aluno/as. Além disso, também é possível observar a evocação de concepções prévias deles/as ao longo do episódio, como no turno 20 quando A22 enuncia que “ficou sabendo” sobre o desenvolvimento das larvas de mosquito em água contaminada e no turno 38 quando A30 traz como exemplo para tratar da não universalização do acesso ao saneamento básico a imagem do continente africano como local em que o serviço não é observado. Ou seja, além do contexto recuperado por Áurea, também contextos externos à sala de aula foram trazidos para fomentar a introdução do problema da SD à turma.

### **5.2.2 Episódio 2: “Largados e pelados”**

O segundo episódio ocorreu no início das Aulas 3 e 4 e sua transcrição pode ser vista no **Quadro 5**. Após a turma se acomodar no laboratório didático e receber as apostilas, a professora inicia a aula com um discurso de agenda fornecendo informações sobre o material instrucional aos/às alunos/as que não estavam presentes na aula anterior. Então, ao citar a ficha de caracterização da amostra de água que seria completada ao longo da SD, a professora num primeiro momento parece querer enumerar as análises realizadas, no entanto, dirige uma enunciação de produto à turma, perguntando-lhes quais parâmetros já haviam sido analisados nas duas primeiras aulas.

A aluna A30 responde à pergunta enumerando os parâmetros cor, turbidez e temperatura analisados e a professora fornece um feedback na forma de uma nova iniciação de produto na qual pergunta a natureza desses parâmetros, respondida por A14 que os chama de “Características” e por A30 que responde “Parâmetros físicos”. Áurea ignora a resposta de A14 e seleciona somente a de A30 para avaliar positivamente, visto que a aluna estava correta. Assim, finaliza a primeira SDi que compõe o episódio.

Na sequência, em 6.2, Áurea cita que mais um parâmetro físico seria analisado na aula do dia, a saber, a condutividade elétrica. Então, retoma no turno uma pergunta que a aluna A30 havia feito na aula anterior sobre a necessidade de se analisar todos os parâmetros de qualidade ainda que, por exemplo, em programas de televisão como “Largados e Pelados” os participantes somente fervam a água para consumí-la. Áurea devolve a mesma pergunta para a turma na forma de uma iniciação de processo e recebe como resposta de A22 que no contexto do programa o objetivo dos participantes era sua sobrevivência e não a qualidade da água.

Como ainda não havia recebido a resposta desejada, Áurea fornece um feedback em 10.1, elicitando mais informações e em 10.2 explicita que irá mudar sua estratégia discursiva na interação para que a turma chegue ao ponto desejado. Nesse turno, faz uma iniciação de processo mencionando explicitamente os parâmetros químicos e microbiológicos de qualidade. Recebe como resposta de A14 que os microbiológicos eram analisados por conta da presença de bactérias na água e o avalia positivamente, no entanto, coloca uma nova iniciação de processo sobre os parâmetros químicos. Recebe de A27 a resposta de que servem para analisar “o que tem dentro” e fornece um feedback na forma de uma iniciação de metaprocessos para que a aluna explique sua resposta. A26 e A30 auxiliam a colega, colocando que os parâmetros químicos auxiliam na determinação dos compostos químicos presentes na água para avaliar seus benefícios ou malefícios ao organismo e Áurea pede um exemplo, recebendo de A30 a resposta “aminoácido” como classe genérica de composto químico que pode ser encontrado na água.

Nos turnos seguintes, Áurea pergunta à turma se a fervura eliminaria da água os materiais que lá estão dissolvidos e recebe respostas negativas, mesmo que incertas, que são avaliadas positivamente pela professora em 24.1, finalizando a segunda SDi do episódio. Em seguida, Áurea inicia um grande turno sem interação com a turma no qual explica que a fervura não consegue eliminar os materiais que estão dissolvidos e cita como exemplo a presença do íon nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), que se ingerido em alta concentração pode levar a falhas na absorção de oxigênio pelo organismo. Então, coloca uma iniciação de escolha, perguntando se era possível determinar a presença daquele íon somente pela análise dos parâmetros físicos e recebe uma resposta negativa de A22, que é avaliada positivamente pela professora, repetindo-a. Para finalizar o episódio, Áurea passa um novo turno sem interagir com a turma, colocando a necessidade de se analisar os parâmetros químicos por meio de sua concentração ou, de forma indireta, pela condutividade elétrica da amostra de água. Além disso, Áurea responde definitivamente à pergunta endereçada por A30 na aula anterior e recuperada no turno 6.2, afirmando que consumir água fervida é uma medida paliativa contra a presença de bactérias, mas que pode acarretar outros tipos de doença ao longo do tempo.

**Quadro 5.** Transcrição do episódio A2\_Ep04: “Largados e pelados”.

<b>T</b>	<b>Ti – Tf</b>	<b>F</b>	<b>Transcrição</b>	<b>PI</b>
<b>1</b>	[00:00] [00:29]	P	(1.1) Então... vamos lá, pessoal! Quem recebeu a apostila hoje... primeira coisa... coloca o nome e a série na capa... tá? Segunda informação, a ÚLTIMA folha da apostila vocês vão destacar e vão guardar com vocês... que é a lista de exercícios... certo? E aí a:: penúltima folha... é lá onde vocês têm a ficha de caracterização da amostra... onde vocês vão anotar... por exemplo... quem fez a atividade da aula passada anotou lá...	Si
			(1.2) O que foi mesmo que vocês anotaram?	Ipd
<b>2</b>	[00:30] [00:36]	A30	A temperatura... turbidez... e a cor.	Rpd
<b>3</b>	[00:32] [00:40]	P	E o que que é a temperatura... turbidez... e a cor são? Essas três informações... que que elas são?	Ipd
<b>4</b>	[00:41] [00:42]	A14	Características...	Rpd
<b>5</b>	[00:43] [00:45]	A30	Parâmetros físicos.	Rpd
<b>6</b>	[00:45] [01:29]	P	(6.1) PARÂMETROS FÍSICOS... muito bem!	A
			(6.2) Então... e ainda falta um parâmetro físico... que é a condutividade... que nós vamos medir hoje... né? Eu não sei se vocês recordam... mas eu pedi pra anotar e guardei aqui na minha cabeça que a A30 perguntou assim na aula passada... “ah, professora, lá naqueles programas de televisão... tipo... ‘Largados e Pelados’... por exemplo... o pessoal só ferve a água que encontra e pode beber”... ((professora anda em direção a A30 e coloca a mão sobre o ombro da aluna))	Si
			(6.3) por que que aqui a gente tem que analisar esses parâmetros físicos... parâmetros químicos... ah... parâmetros microbiológicos... a água passa por um tratamento pra gente poder tomar... pra ela se tornar POTÁVEL... e lá eles não precisam... só ferve?	Ipc
<b>7</b>	[01:30] [01:32]	A22	Porque lá o objetivo é sobreviver... não tomar da melhor água.	Rpc
<b>8</b>	[01:32] [01:32]	P	Hã? ((professora se vira em direção a A22))	F
<b>9</b>	[01:32] [01:34]	A22	Lá o objetivo é sobreviver... não tomar a água.	Rpc
<b>10</b>	[01:35]	P	(10.1) Além disso, tem mais alguma coisa?	F

	[01:49]		(10.2) Por exemplo... vou... eu já ia responder de cara... mas já que vocês estão... né... Vou mudar a pergunta. Por que que nós analisamos os parâmetros químicos e os parâmetros microbiológicos?	Ipc
<b>11</b>	[01:51] [01:51]	A14	Por causa das bactérias.	Rpc
<b>12</b>	[01:52] [02:14]	P	(12.1) Os microbiológicos por conta das bactérias... ((professora se dirige a A14)) beleza... só que se ele ferver a água ele mata uma parcela dessas bactérias... não mata? ((A14 acena afirmativamente com a cabeça)) beleza... então os microbiológicos... vamos colocar um OK ali do lado... certo?	A
			(12.2) E os parâmetros químicos? Que que analisa? Serve pra quê?	Ipc
<b>13</b>	[02:14] [02:16]	A27	Eu acho que serve pra ver o que que tem dentro... né?	Rpc
<b>14</b>	[02:16] [02:16]	P	Como assim o que tem dentro? ((professora se dirige a A27))	Imp
<b>15</b>	[02:15] [02:17]	A26	Os compostos químicos que tem na água.	Rmp
<b>16</b>	[02:17] [02:21]	A30	É... pra ver os compostos químicos que tem lá dentro... o que faz bem e o que faz mal pra gente.	Rmp
<b>17</b>	[02:21] [02:21]	P	Por exemplo?	F
<b>18</b>	[02:22] [02:33]	A30	Pra equilibrar... vamos supor... se tem muito... sei lá... aminoácido... essas coisas assim... aí se faz mal... se faz bem... se pode continuar aquilo... se tem que tirar.	Rmp
<b>19</b>	[02:33] [02:35]	P	Mas e quando ele ferve a água... não elimina isso?	Ies
<b>20</b>	[02:36] [02:36]	A14	Não.	Res
<b>21</b>	[02:36] [02:37]	A30	Aí eu já não sei... ((professora faz um gesto de negação com o dedo indicador))	Res
<b>22</b>	[02:38] [02:39]	A27	Eu acho que não tudo.	Res
<b>23</b>	[02:38] [02:42]	A30	(23.1) Eu sei que elimina as bactérias...	Rpc
			(23.2) mas eu acho que essas coisas não.	Res
<b>24</b>	[02:42]	P	(24.1) Não elimina... né?	A

	[03:42]		(24.2) Aí é que tá... é só uma questão de sobrevivência... ((professora aponta para A22)) ele pode eliminar uma PORCENTAGEM das bactérias que podem estar presentes naquela água... certo? Mas ele não elimina... por exemplo... materiais que tão dissolvidos lá... por exemplo... os NITRATOS, ene ó três... né? O íon nitrato... Se ele /tiver presente na água... dependendo da quantidade que ele está presente na água... ele pode ocasionar uma doença em adultos... em crianças... em especial mais crianças... e as crianças pequenas... os bebês... que é chamada de “Síndrome do Bebê Azul”. Que que acontece? Esse nitrato ele INIBE a absorção de oxigênio pelas nossas células... e nós precisamos de oxigênio pra ter as trocas gasosas no nosso sangue... né? Senão a gente... MORRE... pode ocasionar MORTE. Quando ele ferve a água... esse íon nitrato se ele /tiver presente... ele não vai desaparecer... ele vai permanecer lá... né?	Si
			(24.3) Como que a gente sabe se tem esse íon nitrato... só olhando pela cor... pela turbidez?	Ies
25	[03:43] [03:43]	A22	Não...	Res
26	[03:44] [04:48]	P	(26.1) Não... Pelos parâmetros químicos.	A
			(26.2) Medindo a CONCENTRAÇÃO... ou mesmo medindo a CONDUTIVIDADE... que é um parâmetro que a gente vai analisar hoje... então isso vai me indicar se tem substâncias dissolvidas lá dentro dessa água... do rio... do córrego... no nosso caso do córrego Pirajussara... e vai me dar um indicativo... se tem ou não... e aí depois nós podemos analisar QUAIS SÃO... né? É uma análise QUALITATIVA... tem... não tem... depois eu posso identificar... né? Ou posso ter uma ideia que íons... que substâncias são essas que /tão presentes lá na água... certo? Por isso ((professora aponta para A30)) que só ferver a água não resolve o problema... resolve uma parte do problema... ((professora aponta para A14)) mas não resolve tudo... né? Então... até o A19 ((professora aponta para A19)) tinha comentado naquele dia... a mesma coisa que o A22 falou... ((professora aponta para A22)) é só uma questão de SOBREVIVÊNCIA... não vai resolver todos os problemas... se você passar sua vida tomando a água que é apenas fervida... pode ser... né... que acarrete outras doenças que não decorrentes das bactérias... certo? OK, pessoal?	S
<b>Abordagem Comunicativa</b>		N/A (1.1) → I/A (1.2 até 6.1) → N/D (6.2) → I/A (6.3 até 24.1) → N/A (24.2) → I/A (24.3 até 26.1) → N/A (26.2)		
<b>Deslocamento Contextual</b>		A1_Ep24 → A2_Ep4 (entre 1 e 5); (A1_Ep22 e programa televisivo “Largados e Pelados”) → A2_Ep4 (entre 6 e 26)		

Fonte: os autores.

A análise da abordagem comunicativa revela um trânsito interessante por diferentes classes que são mobilizadas ao longo da evolução do episódio para iniciar a construção do conceito de condutividade elétrica. O episódio inicia com uma classe N/A, a partir de um discurso de agenda da professora para fornecer instruções sobre as apostilas. Entre os turnos 1.2 e 6.1 a professora passa para uma abordagem I/A para recuperar a análise dos parâmetros físicos que foi realizada na primeira aula dupla da SD.

Na sequência, em 6.2 se observa um movimento discursivo importante no qual a professora utiliza uma abordagem N/D para recuperar a pergunta colocada pela aluna A30 na aula anterior sobre o consumo da água fervida no programa “Largados e Pelados”. Áurea não somente recupera a pergunta, como também a direciona para a turma no sentido de discutir a necessidade de analisar as outras classes de parâmetros de qualidade que não apenas os físicos. É possível verificar com esse movimento a influência da participação da turma no planejamento da SD, visto que, mesmo com atividades previamente estruturadas, não se sabe quais serão os tópicos que serão trazidos pelos/as alunos/as para discussão na sala. E nesse caso, Áurea utiliza a fala da aluna para conduzir as interações que se seguem no episódio e dar continuidade à ordem de exposição dos parâmetros de qualidade construída no planejamento da SD.

Na sequência, entre os turnos 6.3 e 24.1 a professora utiliza uma abordagem I/A para direcionar a turma à conclusão de que a fervura da água é capaz de eliminar as bactérias presentes, mas não os materiais que nela estão dissolvidos. Em 24.2 passa para a abordagem N/A para colocar a presença do íon nitrato como exemplo de soluto que pode acarretar malefícios ao organismo se em alta concentração, e, então, entre 24.3 e 26.1 desenvolve brevemente uma nova seção I/A para verificar que os/as alunos/as compreenderam a importância da análise das outras classes de parâmetros, finalizando o episódio em 26.2 com uma abordagem N/A, para sintetizar as informações compartilhadas e conclusões a que chegaram.

Esse episódio ilustra muito bem a tensão entre abordagens comunicativas discutida por Scott, Mortimer e Aguiar (2006). Os autores (*idem*, p. 623) trazem que o desenvolvimento do discurso na sala de aula envolve uma tensão entre as dimensões Dialógica e De Autoridade, sendo que uma é responsável pelo surgimento da outra. No episódio analisado isso fica claro quando a professora recupera a pergunta de A30, seguindo uma abordagem N/D, para depois, seguindo uma abordagem I/A, colocar a necessidade de análise da condutividade elétrica. Uma característica do discurso da sala de aula de Ciências é o fato de que a mobilização de diferentes abordagens comunicativas auxilia os/as alunos/as no processo de significação dos conceitos (*idem*, p. 622), assim, ao levar em consideração o ponto trazido pela aluna e colocá-lo em

discussão com toda a turma, a professora guia os/as estudantes para a compreensão, nesse caso, do conceito de condutividade elétrica.

Com relação aos padrões de interação observados, em síntese, verificamos que nos turnos de abordagem I/A tem-se um padrão I-R-F-R-A, no qual o turno de feedback é dado, em grande parte, a partir de novas iniciações, no sentido de direcionar a turma para a resposta desejada pela professora, que, quando finalmente atingida, é positivamente avaliada e permite a continuidade da interação. Nos turnos de abordagem N/A e N/D, por sua vez, verificamos extensas elaborações da professora para apresentar novas ideias ou discutir aquelas já trazidas ao longo da interação com os/as alunos/as.

Em termos de deslocamentos contextuais, observamos entre os turnos 1 e 5 uma referência clara à atividade de análise dos parâmetros físicos realizada na primeira aula dupla, sobretudo no turno 1.1 quando a professora utiliza a locução adverbial temporal “da aula passada” para demarcar o contexto que estava sendo recuperado. Entre os turnos 6 e 26, o contexto mental recuperado é aquele vivenciado na atividade de leitura e discussão dos parâmetros de qualidade da água.

Para tanto, inicialmente a professora retoma a pergunta colocada por A30 sobre o programa “Largados e Pelados” de forma a criar uma tensão entre ela e o problema sociocientífico estudado na SD. No programa televisivo citado (do original, *Naked and Afraid*, transmitido pela rede de televisão estadunidense *Discovery Channel*) um casal é deixado nu e submetido a experiências extremas na natureza, as quais, na realidade, fazem parte de um contexto previamente montado e cuja função é entreter o público. Desta forma, percebe-se a influência da indústria cultural na visão da população (BERTOLDO E GIORDAN, 2017), inclusive, sobre um recurso natural necessário para sua sobrevivência, como a água, que é questionado pela aluna quando a análise dos parâmetros de qualidade suscitada pelo problema da SD conflita com as práticas dos participantes no *reality show*, que supostamente só fervem a água encontrada no ambiente para consumi-la.

Assim a professora recupera a pergunta trazida por A30 para, posteriormente, colocar a necessidade de analisar os parâmetros químicos e microbiológicos, visto que a água somente pode ser considerada potável se todas as classes estiverem apropriadas, isto é, o problema real que estava sendo tratado na SD. Este aspecto é evidenciado pela tensão entre abordagens comunicativas Dialógica e De Autoridade mencionada anteriormente, a qual, no episódio analisado, converge para se identificar a presença de contaminantes em ambas as situações, estabelecendo assim uma relação homóloga entre os problemas trazidos por A30 e pela professora. Ao longo da interação, o movimento discursivo é orientado pela professora no

sentido de destacar as diferenças entre os problemas, sobretudo pela necessidade de aferir outros parâmetros de qualidade da água que não são considerados na série televisiva. Dessa forma, a tensão estabelecida no movimento discursivo enfatiza semelhanças e diferenças entre os problemas de contaminação da água e se desenvolve, por meio da alternância de abordagens Dialógica e De Autoridade e do deslocamento contextual de duas situações compartilhadas.

### 5.2.3 Episódio 3: “De onde vêm os sais minerais?”

O terceiro episódio, cuja transcrição é apresentada no **Quadro 6**, foi observado também nas Aulas 3 e 4, ao final da atividade de formalização conceitual sobre os modelos de solubilidade dos sólidos iônicos e moleculares em água. Após a exploração de uma simulação digital sobre a condutividade elétrica de soluções aquosas de cloreto de sódio e sacarose e a sistematização sobre a influência da dissociação iônica na referida propriedade, a professora inicia o episódio colocando uma iniciação de escolha perguntando aos/às alunos/as se a amostra de água apresentaria condutividade elétrica. A30 responde positivamente e acrescenta que isso se daria pela alta quantidade de lixo presente no local.

Áurea, em um primeiro momento, questiona se somente a presença de lixo seria a responsável por promover a existência de condutividade na amostra e, em seguida, muda sua estratégia, colocando uma iniciação de processo em que pergunta à turma como era possível saber se haveria condução de energia elétrica ou não. A30 responde agora que se daria também por conta da presença da vegetação e uma vez que não teve a resposta procurada, a professora fornece uma iniciação de produto, perguntando o que deveria existir na água para que se observasse condutividade e recebe de A30 a resposta “íons e elétrons”, a qual é positivamente avaliada, finalizando a primeira SDi que compõe o episódio.

Na sequência, Áurea pergunta, na forma de iniciação de escolha, sobre a existência de íons dissolvidos na água do córrego Pirajussara e mais uma vez A30 responde positivamente acrescentando a influência da vegetação. A professora a questiona sobre a influência única da vegetação, A30 responde negativamente, e a professora, então, coloca uma iniciação de produto em que pergunta a proveniência dos íons, recebendo de A27 a resposta de que seria da “sujeira” e de A30 a resposta de que seriam dos “resíduos sólidos”.

**Quadro 6.** Transcrição do episódio A2\_Ep14: “De onde vêm os sais minerais?”.

<b>T</b>	<b>Ti – Tf</b>	<b>F</b>	<b>Transcrição</b>	<b>PI</b>
1	[00:00] [00:08]	P	Então será que a água do Pirajussara... a condutividade dela... ela vai ter um valor de condutividade ou não? ((professora se encontra sentada em frente a um computador, atrás dela, uma tela com a projeção da simulação digital sobre condutividade elétrica))	Ies
2	[00:09] [00:12]	A30	(2.1) Eu acho que sim, professora...	Res
			(2.2) porque o tanto de lixo que já jogaram ali... eu acho que deve ter.	Rpc
3	[00:12] [00:18]	P	(3.1) Só pelo tanto de lixo?	Ies
			(3.2) É só o lixo que vai fornecer...	Ies
			(3.3) Como que eu sei que vai ter condutividade ou não? ((professora se levanta e anda em direção a A30))	Ipc
4	[00:19] [00:23]	A30	Então, professora... eu acho que o fato também de ter muita vegetação ali em volta... eu acho que deve ter.	Rpc
5	[00:24] [00:26]	P	Pra/ ter condutividade que que precisa ter?	Ipd
6	[00:26] [00:29]	A30	Íons:: ... e elétrons.	Rpd
7	[00:29] [00:38]	P	(7.1) Precisa ter íons com elétrons disponíveis... íons positivos e íons negativos.	A
			(7.2) Será que tem íons disponíveis na água do Pirajussara?	Ies
8	[00:39] [00:41]	A30	(8.1) Eu acho que tem, professora...	Res
			(8.2) pelo tanto de vegetação que tem em volta.	Rpc
9	[00:41] [00:44]	P	Mas é só por conta da vegetação que vai ter íons?	Ies
10	[00:44] [00:44]	A30	Não.	Res
11	[00:45] [00:53]	P	Da onde será que vêm esses íons que tão presentes? Íons cloreto... ions sódio...	Ipd
12	[00:55] [00:58]	A27	Da sujeira. Eu acho que da sujeira.	Rpd
13	[00:58] [01:00]	P	Só da sujeira?	F
14	[01:00] [01:09]	A30	É do... Nossa... a professora falou na aula passada... quer ver? Deixa eu olhar aqui... ((A30 folheia a apostila)) eu acho que é... né? É do resíduo não sei das quantas lá?	Rpd
15	[01:09] [01:14]	P	Se vocês pegarem o rótulo de água mineral que que vai ter lá no rótulo?	Ipd
16	[01:14]	A30	SAL...	Rpd

	[01:14]			
17	[01:16] [01:24]	P	Os sais que tão presentes... Cloreto de sódio... cloreto de potássio... cloreto de magnésio... sais minerais... esses sais minerais vêm DA ONDE?	Ipd
18	[01:24] [01:24]	A30	DA ÁGUA...	Rpd
19	-	A19	(inaudível)	-
20	[01:25] [01:27]	P	E esse minério tá aonde? ((professora aponta para A19))	F
21	[01:27] [01:27]	A30	No solo...	Rpd
22	[01:28] [01:31]	P	(22.1) NO SOLO...	A
			(22.2) Não tem solo lá no Pirajussara?	Ies
23	[01:31] [01:31]	A30	Tem.	Res
24	[01:31] [01:35]	P	O solo é lixo? É um contaminante? É um resíduo?	Ies
25	[01:35] [01:38]	A30	(25.1) Não...	Res
			(25.2) ele foi contaminado... mas ele não era.	Rpc
26	[01:38] [01:43]	P	(26.1) Mas ele tem...	Ies
			(26.2) ele pode fornecer íons... /pra água... não pode?	Ies
27	[01:43] [01:43]	A30	Sim.	Res
28	[01:43] [01:52]	P	(28.1) Ah::: ... tá.	A
			(28.2) Então os íons que podem estar presentes lá na água do Pirajussara... eu vou medir a condutividade da água agora pra vocês... podem ser provenientes do... ((professora aponta para A19))	Ipd
29	[01:54] [01:54]	A30	Solo.	Rpd
30	[01:54] [02:06]	P	(30.1) Solo. Da terra.	A
			(30.2) Mas também podem ser provenientes dos materiais que foram colocados artificialmente lá... né? Do lixo... do resíduo... ou mesmo de vegetação que tá lá presente... certo?	S
<b>Abordagem Comunicativa</b>		I/A		
<b>Deslocamento Contextual</b>		(A1_Ep14 a Ep17, A2_Ep13 e Rótulo de água mineral) → A2_Ep14		

Fonte: os autores.

Ao perceber que a turma não conseguia chegar à resposta desejada, Áurea muda o contexto compartilhado do córrego Pirajussara e evoca, por meio de uma iniciação de produto, o rótulo de uma garrafa de água mineral, perguntando à turma o que estaria presente naquele tipo de água, recebendo prontamente de A30 a resposta que nela está presente sal.

Em seguida, Áurea pergunta a proveniência do sal dissolvido na água mineral e recebe de A30 a resposta de que ele tem origem da própria água e de A19 uma resposta inaudível à transcrição, que porém recebe um feedback da professora por meio da repetição e elicitación de mais respostas, em que pergunta a proveniência do minério que fornece íons à água e recebendo de A30 a resposta de que ele faz parte da composição do solo. Após avaliar positivamente a resposta da aluna, observa-se uma sequência de iniciações e respostas de escolha, finalizando com uma síntese, em que Áurea confirma com a turma a ideia de que os íons dissolvidos na água do Pirajussara são majoritariamente provenientes dos materiais que compõem o solo e, acrescentando também, a possível influência da vegetação e do lixo descartados no córrego.

Em termos de abordagem comunicativa, observamos no episódio uma classe I/A, composta por sequências estendidas I-R-F-R-A, nas quais os turnos de feedback são constituídos por iniciações de escolha, que assumem o papel de direcionar os/as estudantes para a resposta desejada pela professora, nesse caso, a de que a condutividade elétrica da amostra de água do córrego Pirajussara seria observada devido à presença de íons dissolvidos provenientes dos materiais que compõem o solo localizado no leito do córrego.

Com relação aos deslocamentos contextuais, observamos um trânsito contextual interessante da professora na tentativa de atingir a resposta desejada. Inicialmente, temos a referência a dois contextos situacionais previamente vivenciados pela turma: o da atividade de coleta da amostra de água, que é evocado por A30 e A27 quando citam em suas respostas a influência da vegetação e do lixo na condutividade da amostra de água, aspecto que foi observado pelas alunas na visita ao ambiente do córrego; e o da atividade de formalização conceitual sobre modelos de solubilidade, quando Áurea e A30 discutem acerca da necessidade de íons dissolvidos na água para observação da condutividade. A diferença entre as respostas dos estudantes e aquela esperada pela professora provoca uma tensão que se desdobra em uma nova estratégia de deslocamento contextual.

Ela ocorre, então, quando Áurea traz ao contexto mental da sala de aula o rótulo de uma garrafa de água mineral para discutir a proveniência dos íons dissolvidos. A professora se ancora em um contexto externo para auxiliar os/as alunos/as e guiá-los à resposta desejada, isto é, aquela de que os íons são provenientes do solo. Após conseguir fazê-lo, Áurea retorna ao problema da SD para que a turma aplique ao ambiente do Pirajussara a ideia consensual de que

os íons são provenientes do solo, porém sem descartar a possibilidade do lixo e da vegetação também os fornecerem para a água. Assim, ela constrói um vínculo forte entre os materiais presentes no leito do rio e a medida de condutividade elétrica, estabelecendo complementariedade entre suas proposições e as dos estudantes, por meio de deslocamentos contextuais e da abordagem comunicativa De Autoridade.

Em suma, neste episódio, a professora realiza a conexão entre o conceito de dissociação iônica previamente formalizado e o parâmetro de condutividade elétrica por meio não somente do problema da SD, mas também do contexto externo à SD, a garrafa de água mineral, para que a turma compreenda a influência do entorno do córrego nas propriedades físico-químicas da água que o compõe.

#### **5.2.4 Episódio 4: “Pensa um pouquinho nisso!”**

O quarto episódio de retomada da problematização foi observado nas Aulas 5 e 6 e sua transcrição pode ser acompanhada no **Quadro 7**. Antes de passar à atividade de construção de um gráfico de solubilidade planejada para a aula do dia, a professora fez uma revisão dos conteúdos estudados na aula anterior, na qual, a partir de um esquema construído na lousa, retomou os conceitos de solubilidade, dissociação iônica e condutividade elétrica formalizados, porém sem mencionar a análise efetuada pela turma. Então, inicia o episódio transcrito solicitando que os/as alunos/as abrissem suas apostilas na página referente à construção do gráfico e posteriormente pergunta se eles/as haviam anotado os valores de condutividade das amostras de água da nascente e da foz do córrego Pirajussara, recebendo uma resposta positiva de A4.

Então, coloca uma iniciação de produto, perguntando à turma o que é possível dizer sobre potabilidade da água da foz do córrego e recebe de A30 a resposta de que não é possível consumi-la. A professora fornece um feedback, na forma de iniciação de processo, perguntando à aluna o porquê de sua afirmação e ela responde a partir da comparação entre o valor padrão de condutividade elétrica para uma amostra de água potável e aquele obtido em suas análises, resposta essa que é avaliada positivamente pela professora.

Na sequência, Áurea faz uma iniciação de escolha em que pergunta se somente o parâmetro de condutividade era suficiente para determinar a potabilidade da amostra e recebe de A4 uma resposta negativa. Sem avaliar a resposta, Áurea faz uma elaboração intermediária sem interagir com a turma em que novamente traz para o contexto da sala de aula o exemplo do rótulo da garrafa de água mineral, solicitando que os/as alunos/as façam um exercício de observação após a aula para verificar qual é o valor de condutividade da água mineral. Então,

enumera os parâmetros já analisados até o momento, isto é, os parâmetros físicos, e em seguida pergunta à turma se somente eles eram suficientes para determinar a potabilidade da amostra.

Áurea recebe, num primeiro momento, uma resposta negativa de A14, que, no entanto, muda de ideia posteriormente, dando uma resposta afirmativa. Áurea o questiona sobre a origem da condutividade elétrica na água e o aluno a responde citando a presença de íons. Áurea o avalia positivamente e lhe pergunta, remetendo ao contexto da água mineral, o que seriam os componentes descritos no rótulo da garrafa, dando como exemplo os íons cálcio e estrôncio. A14 responde à professora dizendo que seriam “vitaminas” e em sua avaliação Áurea rejeita a resposta, citando que nada havia sido adicionado à água.

Nessa fase da interação também se observa uma breve intervenção da aluna A31 que pergunta à professora sobre um “aparelhinho vermelho” utilizado na aula anterior, no caso, o condutivímetro portátil utilizado para a análise do parâmetro discutido e Áurea lhe responde afirmativamente de forma não-verbal com um aceno de cabeça.

Uma vez que A14 não chegou à resposta desejada, a professora finaliza a interação com uma síntese na qual solicita que o aluno pense mais a respeito da discussão que foi suscitada no episódio. É possível perceber que a professora não concluiu sua retomada ao problema, fato que pode ser explicado pela avaliação do diagrama de codificação ilustrado na **Figura 133** mostrado no capítulo anterior. Áurea levou cerca de 23 minutos para revisar os conteúdos estudados nas Aulas 3 e 4 e ainda deveria executar as atividades planejadas para as aulas do dia, desta forma, ela preferiu não estender a discussão para iniciar a atividade seguinte. Contudo, vale salientar que mesmo sem a finalização, não houve prejuízos à narrativa do problema, visto que ele foi retomado ao longo das demais aulas, logo, como será ilustrado, em momentos posteriores a mesma questão foi discutida à luz de mais conceitos que foram desenvolvidos para a compreensão do problema.

**Quadro 7.** Transcrição do episódio A3\_Ep06: “Pensa um pouquinho nisso!”.

<b>T</b>	<b>Ti – Tf</b>	<b>F</b>	<b>Transcrição</b>	<b>PI</b>
<b>1</b>	[00:00] [00:16]	P	Então... vamos lá... Na página catorze... catorze não... perdão... doze... vocês têm assim “CONSTRUÇÃO da curva de SOLUBILIDADE do KNO3 em ÁGU”.	Si
<b>2</b>	[00:20] [00:28]	P	Ah... só uma coisa... na última aula vocês anotaram lá o valor da condutividade da água do Pirajussara... da foz e da nascente... anotaram lá na ficha de vocês? ((A4 acena afirmativamente com a cabeça repetidas vezes))	Ies
<b>3</b>	[00:28] [00:29]	A4	Sim...	Res
<b>4</b>	[00:31] [00:37]	P	Isso... então... a princípio o que nós podemos dizer da água do Pirajussara? Da foz?	Ipd
<b>5</b>	[00:37] [00:40]	A30	Que ela também não é boa /pra beber.	Rpd
<b>6</b>	[00:41] [00:43]	P	Por que que não é boa /pra beber?	Ipc
<b>7</b>	[00:42] [00:46]	A30	Porque tá falando que o ideal é cem... e ela é duzentos e trinta.	Rpc
<b>8</b>	[00:46] [00:48]	P	Duzentos e trinta... beleza...	A
<b>9</b>	[00:48] [00:50]	A30	Ela tá cento e trinta a mais...	Rpc
<b>10</b>	[00:50] [00:55]	P	(10.1) Beleza...	A
			(10.2) mas será que só isso é suficiente?	Ies
<b>11</b>	[00:55] [00:56]	A4	Não...	Res
<b>12</b>	[00:56] [01:21]	P	(12.1) Então vocês vão fazer um exercício de ANÁLISE hoje. Olhem em casa... se não tiver em casa... passa no supermercado... e olha no rótulo da água mineral... percebam lá no rótulo de água mineral qual que é o valor de condutividade da água mineral? Porque até agora... que parâmetros que nós medimos? Cor... turbidez... temperatura e a condutividade.	Si
			(12.2) Isso é suficiente pra gente caracterizar como potável ou não?	Ies
<b>13</b>	[01:21] [01:21]	A14	Não...	Res
<b>14</b>	[01:23] [01:24]	A14	Eu acho que é sim... eu acho que sim...	Res

15	[01:25] [01:29]	P	Você acha que sim? A condutividade é decorrente do quê?	Ipđ
16	[01:31] [01:33]	A14	Dos elétrons? Dos íons... quer dizer...	Rpd
17	[01:33] [01:43]	P	(17.1) Dos íons... certo?	A
			(17.2) Se você pegar lá no rótulo de água mineral, não vai ter lá assim... ah... CÁLCIO... ESTRÔNCIO... que que é isso? ((professora anda em direção a A14))	Ipđ
18	[01:43] [01:44]	A31	Professora, foi a...	Ies
19	[01:45] [01:45]	A14	É umas vitamina/?	Rpd
20	[01:45] [01:50]	P	É vitamina? Mas essa água é mineral... não foi acrescentado nada nela...	A
21	[01:50] [01:52]	A31	Professora, foi naquele aparelhinho vermelho que a gente... ((professora acena afirmativamente com a cabeça para A31))	Ies
22	[01:57] [02:01]	P	Pensa um pouquinho nisso...	S
<b>Abordagem Comunicativa</b>		I/A		
<b>Deslocamento Contextual</b>		(A1_Ep22, A2_Ep14 e Ep17) → A3_Ep06		

Fonte: os autores.

Com relação à abordagem comunicativa, observa-se uma classe I/A, na qual a professora estrutura a interação a partir de um padrão I-R-F-R-A em que o turno de feedback é dado na forma de iniciações de variados tipos a fim de direcionar a turma para as conclusões de que a condutividade elétrica da amostra de água não está de acordo com o valor padrão e de que somente os parâmetros físicos não são suficientes para determinar a potabilidade da água. Vale citar, novamente, que o segundo ponto levantado não foi concluído pela professora por conta da intervenção do aluno A14 e dada a necessidade de prosseguimento da aula, somente a intenção da professora de torná-lo consenso foi verificada.

Já com relação aos deslocamentos contextuais, verificamos a evocação à atividade de medição da condutividade elétrica das amostras de água, quando a professora a demarca no turno 1.1, utilizando a expressão “última aula”. Outro contexto recuperado é o da atividade de discussão sobre os parâmetros de qualidade da água feita na primeira aula dupla da SD, que é trazida ao contexto mental da sala de aula pela aluna A30 quando efetua a comparação entre o valor padrão e o valor encontrado na análise para justificar a não potabilidade da água.

Por fim, o terceiro contexto que é recuperado na interação é o vivenciado no episódio de discussão sobre a existência de condutividade elétrica da amostra de água, quando Áurea traz novamente o rótulo da garrafa de água mineral, seja para introduzir a ideia de que somente os parâmetros físicos não são suficientes para determinar a potabilidade, seja para discutir com A14 que a condutividade é influenciada pelos íons dissolvidos na água, que por sua vez fazem parte dos parâmetros químicos. Ao final da interação, observa-se uma diferença entre as repostas endereçada pelo aluno e esperada pela professora, que estabelece uma tensão discursiva que não tem continuidade. Em síntese, mesmo não observada a conclusão da interação, verificamos que a professora executa os deslocamentos contextuais no sentido de sinalizar, como já feito anteriormente, a necessidade de análise dos parâmetros de qualidade para determinar a potabilidade da amostra, e, portanto, resolver o problema inicial da SD.

### **5.2.5 Episódio 5: “Pra onde vão os sais?”**

O quinto episódio foi observado nas Aulas 7 e 8 e sua transcrição pode ser acompanhada no **Quadro 8**. Como não foi possível finalizar a atividade de preparo de soluções saturadas e insaturadas na aula anterior, a professora solicitou que um aluno refizesse o experimento no contra turno das aulas e fotografasse os resultados. Após apresentar as imagens à turma e discutir os resultados, a professora faz a transição para a atividade seguinte da aula, iniciando o episódio com uma elaboração, sem interagir com os/as alunos/as, na qual apresenta o propósito da atividade de explorar uma simulação sobre solubilidade dos sais e evoca a solubilidade dos diferentes materiais dissolvidos na água do córrego.

Então, a professora endereça uma iniciação de escolha, perguntando se a temperatura observada no ambiente do córrego era a mesma todos os dias e recebe uma resposta negativa de A22, que em seguida questiona a professora se ela se referia à temperatura ambiente. A professora confirma a dúvida do aluno e lhe devolve a pergunta, que novamente é respondida de forma negativa e avaliada pela professora. Na sequência, Áurea pergunta, na forma de iniciação de produto, o que também se altera mediante a alteração da temperatura e recebe como respostas de A28 e A22 o odor fétido do córrego.

Dado que os/as alunos/as não haviam fornecido a resposta que ela esperava, Áurea muda sua estratégia e faz referência ao experimento de solubilidade dos sais em função da temperatura, colocando uma iniciação de escolha na qual direciona a turma para a observação feita de que o aumento da temperatura ocasionou o aumento da solubilidade do sal testado. Recebendo uma resposta positiva de A28, Áurea faz uma síntese intermediária no turno 10.1 em que relaciona a temperatura do ambiente do córrego à solubilidade dos materiais que estão dissolvidos na água. Vale citar que na sua fala, Áurea afirma que nos dias quentes a solubilidade é menor, confundindo-se em sua elaboração, entretanto, esse aspecto não prejudicou a interação, visto que posteriormente a professora apresenta a informação correta, dizendo que nos dias quentes a solubilidade dos materiais aumenta.

Em 10.2, a professora volta a interagir com a turma, perguntando-lhes como iniciação de produto para onde eram direcionados os materiais do córrego quando eles não estavam dissolvidos na água. Ao não receber uma resposta, altera a sua pergunta, porém mantendo a forma de iniciação de produto, na qual relaciona o ambiente do córrego ao sistema estudado na aula anterior, e então recebe uma resposta de A19 que afirma que os materiais ou boiam ou afundam e não se dissolvem. Então, Áurea fornece um feedback na forma de iniciação de produto, perguntando o que existe abaixo da água do córrego, recebendo de A22 como resposta a presença do solo, que é positivamente avaliada. Para concluir a interação, a professora elabora uma síntese na qual explica que de acordo com a temperatura observada no ambiente do córrego, os materiais que compõem o solo abaixo do leito podem se encontrar na forma sólida ou dissolvidos na água e finaliza o turno com a transição para a atividade de simulação em que afirma que seria possível observar no nível submicroscópico o comportamento das partículas durante o fenômeno de solubilidade.

Em termos de abordagem comunicativa, o episódio inicia com uma abordagem N/A, na qual a professora, na intenção de efetuar o trânsito entre duas atividades consecutivas, faz uma elaboração, subsidiada pelo problema da SD, para relacionar o experimento de solubilidade realizado e o propósito da atividade de simulação. Então, nos demais turnos se observa uma

abordagem I/A, em que a professora direciona os/as alunos/as para a conclusão de que, tal qual verificado no experimento, o comportamento dos materiais que participam do sistema do córrego Pirajussara também sofre a mesma influência da temperatura. Para tanto, novamente se observa um padrão de interação I-R-F-R-A, com os turnos de feedback constituídos por iniciações no sentido de guiar a turma para as conclusões desejadas pela professora.

Com relação aos deslocamentos contextuais, percebemos a clara demarcação de fronteira entre atividades consecutivas da SD quando no primeiro turno a professora utiliza o advérbio temporal “hoje” para se referir à atividade de exploração da simulação digital e a locução adverbial “semana passada” para se referir ao experimento de solubilidade do  $\text{KNO}_3$  em água efetuado na aula anterior. É interessante notar, que a professora ao citar a atividade de simulação, afirma que os/as alunos/as estariam explorando-a da mesma forma como se estivessem “fazendo um experimento”, ponto que pode gerar investigações futuras no sentido de entender as concepções da professora sobre experimentação e como elas se relacionam com as simulações digitais exploradas na aplicação da SD. No mesmo turno, verifica-se a evocação ao episódio de retomada do problema da SD para discussão da condutividade elétrica da água quando a professora menciona a presença de materiais dissolvidos na água, aspecto que já havia sido acordado com os/as alunos/as.

Outro contexto recuperado é o da atividade de observação do córrego e coleta da amostra de água, quando os alunos A28 e A22 citam o odor do córrego, isto é, trazem ao contexto mental da sala de aula a experiência sensorial vivenciada na primeira aula da SD, e também ao final do episódio quando a professora evoca a imagem mental do ambiente do córrego para relacioná-lo ao experimento realizado. E o terceiro contexto mental recuperado é o do experimento propriamente dito, que é revisitado pela professora quando a turma não havia chegado à relação entre temperatura e solubilidade dos materiais desejada.

**Quadro 8.** Transcrição do episódio A4\_Ep05: “Pra onde vão os sais?”.

<b>T</b>	<b>Ti – Tf</b>	<b>F</b>	<b>Descrição</b>	<b>PI</b>
<b>1</b>	[00:00] [00:43]	P	(1.1) Então... que que nós vamos fazer hoje? Nós vamos SIMULAR... nós vamos... como se nós /tivéssemos fazendo um experimento... só que nós vamos simular aqui no computador... tá? Então... a primeira simulação que vocês têm ali é da solubilidade dos sais. Semana passada nós testamos a solubilidade do sal e hoje nós vamos simular isso pra ver como que isso acontece a nível MICROSCÓPICO. Por que? Vamos lembrar que lá no córrego nós temos sais dissolvidos... DIVERSOS SAIS dissolvidos na água do córrego Pirajussara... certo? Que nós não sabemos ainda quais são. Esses sais têm diversos comportamentos... uns são mais solúveis... outros são MENOS.	Si
			(1.2) Todo dia é a mesma temperatura lá no córrego?	Ies
<b>2</b>	[00:43] [00:45]	A22	(2.1) Não...	Res
			(2.2) A temperatura ambiente?	Ies
<b>3</b>	[00:45] [00:48]	P	(3.1) Sim ...	Res
			(3.2) mas é sempre a mesma?	Ies
<b>4</b>	[00:48] [00:48]	A22	Não...	Res
<b>5</b>	[00:49] [00:52]	P	(5.1) Ela vai mudar.	A
			(5.2) À medida que a temperatura muda... o que que muda?	Ipd
<b>6</b>	[00:54] [00:56]	A28	A temperatura... oh, o fedor.	Rpd
<b>7</b>	[00:55] [00:56]	A22	O cheiro também.	Rpd
<b>8</b>	[00:58] [01:07]	P	(8.1) A gente não testou ali na solubilidade ((professora aponta para a fotografia do sistema com tubo de ensaio, termômetro e solução de KNO <sub>3</sub> que está projetada na tela)) que à medida que eu diminuo a temperatura... eu diminuo a solubilidade do material e à medida que eu aumento a temperatura, ...	Ies
			(8.2) quando ele esquentou, não dissolveu tudo?	Ies
<b>9</b>	[01:07] [01:07]	A28	Uhum...	Res
<b>10</b>	[01:08] [01:34]	P	(10.1) Que que vai acontecer lá no rio? Nos dias quentes... eu vou ter uma menor quantidade de material dissolvido... de íons dissolvidos... nos dias mais quentes... onde a temperatura da água vai estar mais elevada... eu vou ter um aumento da solubilidade desses materiais no córrego... certo? ((professora faz repetidos gestos circulando uma mão pela outra, indicando movimentação))	S

			(10.2) E quando eles não estão dissolvidos na água... eles estão aonde? ... pra onde eles vão?	Ipd
			(10.3) No tubo de ensaio eles iam pro fundo... e lá no córrego?	Ipd
<b>11</b>	[01:36] [01:40]	A19	Ou eles boiam... ou eles afundam e não se dissolvem.	Rpc
<b>12</b>	[01:41] [01:43]	P	O que que tem ABAIXO ((professora faz um gesto apontando para baixo)) da água do córrego?	Ipd
<b>13</b>	[01:43] [01:43]	A22	O solo...	Rpd
<b>14</b>	[01:44] [02:12]	P	(14.1) O solo... né?	A
			(14.2) Então... na maioria das vezes... esses materiais que são mais densos que a água... eles vão pro fundo... ((professora aponta para baixo)) vão estar misturados com o solo. À medida que tem movimentação de água... né? ((professora faz repetidos gestos indicando movimentação)) Facilita a dissolução: ... ou que tem um aumento de temperatura... vai favorecendo a solubilidade desses materiais. Então hoje a gente vai observar isso a nível microscópico... que que acontece com as PARTÍCULAS desses materiais quando são dissolvidas.	S
<b>Abordagem Comunicativa</b>		N/A (1.1) → I/A (1.2 até 14)		
<b>Deslocamento Contextual</b>		A3_Ep11 → A4_Ep05 (em 1.1 e entre 8 e 14); A2_Ep14 → A4_Ep05 (em 1.1); A1_Ep14 a Ep17 → A4_Ep05 (entre 1.2 e 7 e entre 10.1 e 14.2)		

Fonte: os autores

Neste episódio, vemos mais uma vez o papel de articulação atribuído ao problema da SD, visto que ele foi trazido de volta à sala de aula para que a professora promovesse, além da transição entre as atividades, a relação entre os conceitos de solubilidade e temperatura, que é construída tendo como pano de fundo o ambiente do córrego, o qual é comparado ao sistema tubo de ensaio/água/corpo de fundo previamente estudado de forma experimental pelos/as alunos/as. Aqui, as diferenças entre as percepções dos/as aluno/as sobre o córrego e sua relação com a variação da solubilidade em função da temperatura provocam uma tensão que leva a professora a promover um deslocamento contextual com abordagem De Autoridade à guisa de introduzir uma nova atividade para interpretar o problema do ponto de vista submicroscópico.

### **5.2.6 Episódio 6: “Mas o cloreto vem do lixo?”**

O sexto episódio selecionado foi observado nas Aulas 9 e 10 e sua transcrição é apresentada no **Quadro 9**. Nesta aula, os/as alunos/as efetuaram o experimento de titulação do íon cloreto dissolvido na água do córrego e após a prática a professora calculou junto da turma o valor para a amostra de água da foz. Então, o episódio tem início quando Áurea afirma que antes de efetuarem o cálculo do valor para a amostra da nascente ela deseja saber deles/as, na forma de uma iniciação de escolha, se ele seria maior ou menor do que aquele determinado para a foz. A aluna A30 responde que acredita que o valor será menor e nos próximos dois turnos a professora busca elicitare mais respostas da turma, solicitando inclusive que os/as alunos/as respondentes justifiquem-nas.

A aluna A30, em 4, responde que acredita que ele será menor por conta da quantidade de lixo presente e o aluno A19, em 5, também responde que ele será menor, todavia, justificando que isso dar-se-á pelo fato de que foi gasta uma menor quantidade de solução titulante para a determinação da amostra da nascente. A professora dá um feedback a A19, solicitando que o aluno repita em voz alta sua resposta de forma a disponibilizá-la a toda a sala e o aluno acata a ordem da professora. Em seguida, Áurea finaliza a primeira SDi do episódio avaliando positivamente a resposta do aluno.

**Quadro 9.** Transcrição do episódio A5\_Ep08: “Mas o cloreto vem do lixo?”.

<b>T</b>	<b>Ti – Tf</b>	<b>F</b>	<b>Transcrição</b>	<b>PI</b>
<b>1</b>	[00:00] [00:13]	P	ANTES de vocês fazerem o outro cálculo... /xasó eu perguntar uma coisa /pra vocês. A água da foz deu sessenta vírgula trinta e cinco de cloro... a água da nascente vai ser MAIOR o valor ou vai ser MENOR?	Ies
<b>2</b>	[00:13] [00:14]	A30	Acho que vai ser menor...	Res
<b>3</b>	[00:16] [00:29]	P	(3.1) Quem acha que vai ser menor? ... só a A30 acha? ... o resto não /tá nem aqui... né? Quem acha que vai ser maior o da nascente?	Ies
			(3.2) Quem acha que vai ser maior... por que que acha que vai ser maior e quem acha que vai ser menor... por quê?	Ipc
<b>4</b>	[00:30] [00:33]	A30	Eu acho que vai ser menor porque da quantidade de lixo presente... Ah... não...	Rpc
<b>5</b>	[00:34] [00:40]	A19	Professora ((professora acena com a cabeça para A19)), se ele precisou de uma quantidade menor da substância /pra reagir... quer dizer que tem menos...	Rpc
<b>6</b>	[00:45] [00:49]	P	Hum:: ... beleza... olha o raciocínio do A19... fala alto de novo, A19!	F
<b>7</b>	[00:49] [00:55]	A19	Se você precisou de menos da substância /pra reagir lá com o cloreto... quer dizer que tem uma quantidade menor de cloreto.	Rpc
<b>8</b>	[00:56] [01:08]	P	(8.1) E lá a gente teve um volume de cinco vírgula nove... ok? Raciocínio perfeito...	A
			(8.2) Agora... por que que a gente tá prevendo que na água da nascente vai ter MENOS íons cloreto do que na água da foz? ((professora aponta para os cálculos registrados na lousa))	Ipc
<b>9</b>	[01:10] [01:11]	A14	Porque lá vai ter menos substâncias.	Rpc
<b>10</b>	[01:12] [01:14]	P	Como assim tem menos substâncias? ...	F
<b>11</b>	[01:19] [01:29]	P	(11.1) o mais importante é a gente discutir do que você copiar, A31...	Ad*
			(11.2) Hein, pessoal... por que será que na água da nascente provavelmente vai ter menos íons cloreto do que na água da foz? ((professora anda em direção à turma))	Ipc
<b>12</b>	[01:29] [01:31]	A30	Porque na água da nascente ela não vai ter tanto...	Rpc
<b>13</b>	[01:30] [01:31]	A14	Os produtos que tem lá...	Rpc
<b>14</b>	[01:31] [01:32]	A30	Isso que eu ia falar...	A

15	[01:31] [01:33]	P	Como assim os produtos?	Imp
16	[01:32] [01:34]	A30	Não vai ter tanta sujeira quanto ela tem...	Rmp
17	[01:33] [01:33]	A31	Lixo...	Rmp
18	[01:34] [01:36]	P	Mas o cloreto vem do lixo?	Ies
19	[01:36] [01:42]	A30	(19.1) Não, ...	Res
			(19.2) vem da água... ((professora olha para A30 com um semblante de dúvida)) ah... é porque na nascente, professora, ela já /tá direto ali no solo... não tem coisa atrapalhando ela.	Rpc
20	[01:42] [01:44]	P	Mas vocês não falaram /pra mim que o cloreto vem do solo?	Ies
21	[01:45] [01:47]	A30	Então... então... ela já /tá em contato com o solo... então vai ter mais...	Rpc
22	[01:47] [01:49]	P	Mas a nascente também... ou você acha que ela nasce...	A
23	[01:49] [01:54]	A30	Não... mas é o que eu /tô falando... a nascente eu acho que vai ter mais... porque ela já cai ali direto em contato com o solo.	Rpc
24	[01:53] [01:54]	P	Mas a gente usou MENOS... ((professora aponta para a lousa))	A
25	[01:54] [01:57]	A14	Eu acho que é por causa das substâncias que tem lá.	Rpc
26	[01:59] [02:01]	P	Como assim? E da onde que vêm essas substâncias?	F
27	[02:01] [02:02]	A14	Ah... de esgoto...	Rpc
28	[02:03] [02:04]	P	Mas o cloreto só tem no esgoto?	Ies
29	[02:04] [02:05]	A14	Não... tem na terra.	Res
30	[02:06] [02:06]	P	Então...	A

<b>31</b>	[02:07] [02:20]	A19	Professora! ((professora acena com a cabeça para A19)) Talvez da nascente até a foz ele vai passando por muito mais solo. Assim... durante esse processo da água passando... ela vai absorvendo muito mais cloreto do solo e das substâncias que são jogadas nela.	Rpc
<b>32</b>	[02:20] [02:37]	P	(32.1) Ah::: ... então tem a ideia das substâncias aí... do A14... que tá morrendo de preguiça... né, A14? Acorda! E tem a questão de que ela VE::IO... né... passando por diferentes tipos de solo... com diferentes tipos de cloreto presente... porque os solos têm composições... diferentes...	A
			(32.2) ... eles não têm CORES diferentes?	Ies
<b>33</b>	[02:37] [02:38]	A14	Aham...	Res
<b>34</b>	[02:38] [02:49]	P	Porque tem composições diferentes... então veio DISSOLVENDO... veio solubilizando esses cloretos que tão presentes... ((professora faz um gesto com a mão representando o arraste dos materiais)) diferente da água... DA NASCENTE.	S
<b>Abordagem Comunicativa</b>		I/A		
<b>Deslocamento Contextual</b>		(A5_Ep04 e A5_Ep07) → A5_Ep08 (Entre 1 e 8.1); (A1_Ep14 a Ep17 e A2_Ep14) → A5_Ep08 (entre 8.2 e 34)		

Fonte: os autores. (\*) Ad = advertência.

Entretanto, embora a resposta do aluno estivesse correta em termos químicos, a professora desejava que a turma respondesse de acordo com o problema da SD, ou seja, estimasse o valor de acordo com o sistema do córrego Pirajussara. Então, no turno 8.2, ela inicia a segunda SDi do episódio já colocando como condição o fato de que o valor para a amostra da nascente será menor e perguntando à turma o porquê de tal observação. Recebe de A14 a resposta de que no ambiente da nascente há “menos substâncias” e nos turnos seguintes elicitava respostas da turma. Em 12 e 13, A30 e A14 fornecem respostas complementares, colocando sua justificativa nos “produtos” que existem na nascente. A professora elicitava outras informações para que eles expliquem melhor sua resposta e em 15 e 16, respectivamente, A30 e A31 afirmam que na nascente não existe tanta sujeira e lixo quanto existe na foz.

Na sequência, a professora fornece um feedback na forma de iniciação de escolha em que questiona se a origem do cloreto é de fato do lixo presente no ambiente e A30 responde negativamente, colocando então a sua justificativa no fato de que a água da nascente tem contato direto com o solo e não há nenhum outro material a “atrapalhando”. Novamente, a professora fornece o feedback na forma de iniciação de escolha, recuperando a própria fala dos/as alunos/as de que o cloreto presente na água do córrego é proveniente do solo, e na sequência A30 se contradiz e responde que a água da nascente apresentará uma concentração do íon maior por já estar em contato direto com o solo. A professora avalia negativamente a resposta da aluna, que a repete à professora na tentativa de se fazer entender, no entanto, novamente é avaliada negativamente por Áurea, que afirma que não há como o valor ser maior visto que usaram uma menor quantidade de reagente para a amostra da nascente.

Em 25, A14 coloca novamente como resposta a existência de “substâncias” presentes no ambiente da nascente e a professora dá um feedback no qual o questiona sobre a origem de tais substâncias, recebendo do aluno como resposta o esgoto e novamente a professora fornece um feedback no qual questiona se a origem do íon é de fato o esgoto. O aluno responde negativamente, dizendo que ele é proveniente do solo e a professora avalia positivamente sua fala.

Em seguida, o aluno A19 pede a fala à professora e responde que ao longo do caminho percorrido pela água da nascente até a foz, ela “absorve” o cloreto presente no solo e com isso a concentração do íon aumenta. Nesse momento, a professora então fornece uma avaliação na qual busca reunir tanto a ideia da presença de outros materiais trazida por A14 como a ideia da solubilização do cloreto presente no solo ao longo do leito do córrego trazida por A19, terminando o turno com uma iniciação de escolha, seguida pela confirmação por A14, e

finalizando o episódio com uma síntese na qual repete a ideia de que a solubilização do cloreto ocorre mediante o trajeto da água ao longo do curso do córrego.

O episódio possui uma abordagem comunicativa I/A, constituído por um padrão de interação I-R-F-R-A, nos quais os turnos de feedback são tanto eliciações para que os/as alunos/as complementem ou expliquem suas respostas, como também iniciações de escolha em que a professora os/as direciona para as respostas desejadas. Além disso, ao longo de todo o episódio percebe-se a intenção de Áurea de relacionar os resultados do experimento ao problema da SD, guiando a turma para a conclusão de que o valor da concentração de cloreto da nascente é menor do que o da foz, pois a água ainda está iniciando o processo de solubilização os materiais presentes no solo.

Já em termos de deslocamentos contextuais, percebemos as referências ao experimento de titulação e aos cálculos da concentração de cloreto na amostra de água da foz e da nascente, quando no turno 1.1 a professora demarca o momento de transição entre um e outro cálculo. Além disso, o próprio aluno A19 recupera esse contexto ao mencionar em sua resposta à pergunta inicial de Áurea o fato de que a quantidade de solução titulante consumida pela amostra da nascente foi menor do que pela amostra da foz.

A partir do turno 8.2, outros dois contextos são trazidos ao plano da sala de aula. O primeiro, a imagem mental do ambiente do córrego recuperada a partir da atividade de coleta das amostras, quando os/as alunos/as tentam justificar o valor de concentração de cloreto por meio da quantidade de lixo presente no ambiente, aspecto que foi visto quando da observação de campo realizada na primeira aula. E o segundo, após a professora questionar a justificativa deles/as, o contexto vivenciado no episódio de retomada da problematização para estudo da condutividade elétrica, no qual surgiu a ideia de que os íons dissolvidos na água são provenientes do solo. É a partir da evocação desse contexto que o aluno A19 responde à professora o que ela realmente desejava ouvir e que, finalmente, Áurea relaciona os resultados do experimento ao problema da SD. Vale ressaltar que A19 já havia respondido a pergunta da professora corretamente no início do episódio, aspecto que foi positivamente avaliado, no entanto, ele o havia feito apenas em termos titulométricos, ou seja, relacionando as quantidades de titulante e cloreto, sendo que a professora tinha a intenção de retomar o problema. Logo, mais uma vez podemos verificar o caráter articulador do problema, visto que a professora somente se satisfaz com a resposta de A19 quando ele estabelece a conexão entre o sistema do córrego e o conceito de solubilidade dos materiais formalizado anteriormente.

As tensões discursivas observadas nos deslocamentos contextuais são firmadas, em um primeiro momento, entre uma iniciação de escolha para toda a turma que se desenvolve até que

se estabeleça uma relação direta entre as concentrações dos reagentes. A segunda tensão é marcada pela busca da explicação para ter-se medido uma concentração maior de cloreto na foz, que se desenvolve em meio a proposições dos alunos a envolver o lixo e o solo, as quais são entremeadas por elicitções de escolha da professora (turnos 18 e 28) que, em uma abordagem Interativa de Autoridade, servem para dar acabamento ao modelo de dissolução de substâncias pelas águas do córrego ao longo de seu curso.

### **5.2.7 Episódio 7: “Tem que comparar toda a ficha”**

O sétimo episódio de retomada da problematização foi observado nas Aulas 11 e 12 e sua transcrição pode ser acompanhada no **Quadro 10**. Após efetuar a medição dos valores de pH para as amostras de água da nascente e da foz, a professora inicia o episódio colocando uma iniciação de escolha na qual pergunta à turma se a água do córrego Pirajussara pode ser considerada potável e recebe uma resposta negativa de A30, a qual tem o feedback da professora solicitando a justificativa. Então, o aluno A14 responde à pergunta da professora afirmativamente, justificando que os valores encontrados não descartam a potabilidade e recebendo apoio de A28, que confirma a resposta do colega afirmando que os valores de pH encontrados para ambas as amostras eram similares.

Na sequência, a aluna A30 avalia negativamente a resposta dos colegas, dizendo que eles devem comparar todos os valores registrados na ficha de caracterização e não somente o pH. O aluno A14 responde a colega, afirmando que a professora solicitou que eles/as avaliassem os valores registrados até o momento, o que deixa a entender que ela havia pedido que somente comparassem os valores de pH recém medidos. Novamente, A30 avalia negativamente a resposta do colega, afirmando que a comparação deve ser feita a partir da ficha como um todo e não somente o pH, recebendo de A14 a resposta de que é possível verificar que ambas as amostras guardam semelhança entre si, finalizando assim a primeira SDi do episódio.

**Quadro 10.** Transcrição do episódio A6\_Ep08: “Tem que comparar toda a ficha”.

<b>T</b>	<b>Ti – Tf</b>	<b>F</b>	<b>Transcrição</b>	<b>PI</b>
1	[00:00] [00:15]	P	Vamos lá... pessoal? ... pergunto... com o que nós analisamos até esse momento... até o pH... podemos dizer que a água do Pirajussara É POTÁVEL? Podemos beber com tranquilidade?	Ies
2	[00:15] [00:15]	A30	Não...	Res
3	[00:17] [00:17]	P	Por que não?	Ipc
4	[00:18] [00:20]	A14	(4.1) Eu acho que sim...	Res
			(4.2) porque /tá tudo dando negativo.	Rpc
5	[00:19] [00:23]	A28	É, professora, porque a água da nascente tem quase o mesmo pH que ela.	Rpc
6	[00:25] [00:31]	A30	Mas, gente... igual a professora falou... pH também não mede tudo não... tem que comparar nessa ficha aqui tudo.	A
7	[00:29] [00:30]	A14	Não... mas ela falou até agora...	Rpc
8	[00:32] [00:34]	A30	Então... mas tem que comparar nessa ficha... não só o pH.	A
9	[00:34] [00:37]	A14	Mas se comparar /tá quase o mesmo... a foz e a nascente.	Rpc
10	[00:37] [00:38]	P	Você beberia com segurança?	Ies
11	[00:38] [00:40]	A30	(11.1) LÓGICO QUE NÃO...	Res
			(11.2) Olha a condu... condu...	Rpc
12	[00:42] [00:44]	P	Condutividade...	F
13	[00:44] [00:49]	A30	Condutividade elétrica... o ideal é cem e o negócio tá seiscentos e trinta...	Rpc
14	[00:50] [00:53]	P	E se a condutividade elétrica deu alta... isso significa o quê?	Ipc
15	[00:55] [00:56]	A14	Que tem muitos íons... né?	Rpc
16	[00:56] [00:58]	P	Que tem vários íons presentes lá.	A

17	[00:59] [01:00]	A30	E pode, professora, beber íon? ((alunos riem da pergunta de A30))	Ies
18	[01:01] [01:21]	P	Você /tá bebendo a todo momento... PO::DE... quando você /tá tomando água... você /tá tomando íons H+ e íons OH-. AGORA... depende dos íons que você está ingerindo... porque eles se combinam formando diferentes substâncias. Substâncias que não fazem mal pra você... e substâncias que podem acarretar problemas FUTUROS. ((professora se dirige a A30))	Rpc
19	[01:21] [01:25]	A30	Então, professora, mas e nesse caso aqui? Que é tipo... o ideal... cem... e o negócio tá seiscentos e trinta!	Ipc
20	[01:25] [01:34]	P	Quer dizer que tem vários íons presentes lá. Que íons são esses? Nós sabemos que eles tão presentes... não quantificamos se eles são bons ou são... ruins /pra nossa saúde.	Rpc
21	[01:33] [01:35]	A14	Ô, professora, qual que é o ruim desses dois?	Ies
22	[01:35] [01:51]	P	(22.1) Nós podemos ter íons... eh... derivados de metais pesados. Nós podemos ter íons que COMBINADOS lá vão formar substâncias que são tóxicas. O problema é a combinação desses íons... né?	Rpc
			(22.2) Então... bebemos ou não bebemos?	Ies
23	[01:51] [01:51]	A7	Não...	Res
24	[01:52] [01:52]	A30	Eu acho que não...	Res
25	[01:54] [01:55]	P	Já fizemos TODAS as análises?	Ies
26	[01:55] [01:55]	A14	Não...	Res
27	[01:56] [01:56]	P	Que que falta?	Ipd
28	[01:57] [02:01]	A30	O microbiológico e o volume da viragem da titulação.	Rpd
29	[02:01] [02:05]	P	Da viragem da titulação a gente já mediu na aula passada que foi quanto que a gente usou.	A
30	[02:04] [02:06]	A30	Ah:: ... é aquele negócio da aula passada?	Ies
31	[02:05] [02:08]	A14	Professora, faltam os micro... biológicos...	Rpd
32	[02:08] [02:11]	P	E pra que que serve os parâmetros microbiológicos?	Ipc

33	[02:10] [02:11]	A14	As bactérias...	Rpc
34	[02:12] [02:14]	P	E tem problema tomar água com bactéria?	Ies
35	[02:16] [02:17]	A30	Depende da bactéria...	Res
36	[02:17] [02:17]	A14	Depende da quantidade...	Res
37	[02:19] [02:27]	P	(37.1) Ah::: ... depende da BACTÉ::RIA... depende da quantidade.	A
			(37.2) Então... o que nós vamos fazer agora é compreender o que que são esses parâmetros microbiológicos.	S
<b>Abordagem Comunicativa</b>		I/A		
<b>Deslocamento Contextual</b>		(A1_Ep22, A1_Ep24, A2_Ep17, A5_Ep07 a Ep09 e A6_Ep06) → A6_Ep08		

Fonte: os autores.

Para solucionar o conflito entre os alunos, a professora, em 10, pergunta a A30 se ela beberia a água e a aluna responde negativamente, utilizando como justificativa o valor de condutividade elétrica encontrado para a amostra de água da foz e comparando-o com o padrão estabelecido. A professora fornece um feedback, em 14, perguntando à aluna o que é possível inferir a partir do valor de condutividade e recebe de A14 a resposta de que há uma alta concentração de íons na amostra, a qual é positivamente avaliada por Áurea.

Em seguida, no turno 17 em uma iniciação invertida, A30 pergunta à professora se é possível beber uma amostra de água em que estejam presentes íons dissolvidos e num primeiro momento é caçoada pela turma. A professora responde afirmativamente e justifica que a todo momento ela consome íons dissolvidos na água, utilizando inclusive como justificativa a presença de íons hidrônio ( $H^+$ ) e hidroxila ( $OH^-$ ) vistos na formalização conceitual sobre pH para subsidiar sua resposta. Porém, no mesmo turno a professora coloca que a depender dos íons dissolvidos na água, podem ocorrer malefícios ao organismo. A30 questiona a resposta da professora, comparando os valores de condutividade ideal e determinado pela turma e Áurea dá como resposta o fato de que o valor em si somente guarda relação com a quantidade de íons e não com sua natureza, justificando que esse aspecto não havia sido analisado por eles/as. Para finalizar a segunda SDi, o aluno A14 pergunta à professora qual dos íons citados por ela era prejudicial à saúde e ela responde citando íons de metais pesados e/ou combinações de íons que podem ser tóxicas.

A terceira SDi que compõe o episódio tem início em 21 com a professora novamente perguntado à turma, na forma de iniciação de escolha, se é possível beber ou não a água e recebe respostas negativas de A7 e A30. Então, pergunta se todas as análises haviam sido realizadas e recebe uma resposta negativa de A14, posteriormente, fornecendo ao aluno um feedback na forma de iniciação de produto em que pergunta quais análises faltavam. Recebe como resposta de A30 e A14 a análise dos parâmetros microbiológicos e novamente fornece um feedback, desta vez na forma de iniciação de processo, em que pergunta o porquê de se analisá-los, recebendo como resposta de A14 a presença de bactérias na água.

A professora fornece um feedback na forma de iniciação de escolha em que pergunta se existe algum problema ao se consumir as bactérias presentes na água e recebe de A30 e A14 a resposta que o problema surge conforme a natureza das bactérias encontradas na água. Áurea avalia positivamente a resposta dos alunos e finaliza o episódio com uma síntese na qual realiza a transição para a atividade seguinte, na qual seria feita uma discussão sobre os parâmetros microbiológicos.

Em termos de abordagem comunicativa, novamente observamos uma classe I/A constituída por um padrão de interação I-R-F-R-A no qual, neste caso, os feedbacks aparecem na forma de iniciações que têm por propósito elicitare respostas mais completas ou justificativas dos/as alunos/as no sentido de instaurar a necessidade de análise dos parâmetros microbiológicos para finalizar a resolução do problema. É interessante observar também que nesse episódio o discurso De Autoridade não é mobilizado somente pela professora, a aluna A30 tem contribuições importantes para o direcionamento do olhar da turma quando toma o papel de líder da interação, entre 4 e 9, avaliando as respostas de A14 e direcionando o olhar do aluno para todos os parâmetros já analisados e registrados na ficha presente na apostila.

Como destacam Mortimer e Scott (2003, p. 86), existem momentos em que os/as alunos/as assumem o papel de “professor/a” e passam a ter controle sobre a interação, muitas das vezes pela influência do contexto institucional que molda a visão dos/as estudantes sobre a papel do/a professor/a como figura de autoridade na sala de aula, e neste caso, a aluna A30 subsidiada pelas instruções prévias da professora de que somente com todos os parâmetros analisados é possível avaliar a potabilidade da água (e, portanto resolver o problema da SD) assume a figura de condutora das discussões, avaliando respostas e fazendo predominar o ponto de vista direcionado pela professora, aspecto que é valorizado por Áurea na sequência da interação para que tal perspectiva, isto é, a análise integral dos resultados, prevaleça por todo o episódio.

Com relação aos deslocamentos contextuais, verificamos nesse episódio a retomada dos contextos vivenciados ao longo das atividades de análise e discussão dos parâmetros de qualidade realizadas desde a primeira aula até o presente episódio, não somente porque a aluna A30 e a professora direcionam o olhar da turma para a análise integral dos resultados registrados na ficha de caracterização, mas também por pontos específicos trazidos como a comparação entre os valores de pH e de condutividade elétrica. As tensões desencadeadas entre os conflitos de opiniões dos/as alunos/as são entremeadas por iniciações de escolha, endereçadas por Áurea em 1, 10, 21 e 34, a envolver a atitude dos estudantes sobre o consumo pessoal da água. Particularmente, estas tensões estão distribuídas entre interações diretas entre os/as aluno/as e também entre eles/as e a professora, o que indica o engajamento dele/as na resolução do problema. Neste episódio, mais uma vez verificamos que a professora inseriu a retomada da problematização no sentido de instaurar a necessidade de análise dos parâmetros microbiológicos, pois só assim seria possível fornecer o parecer final sobre a potabilidade da água e, finalmente, resolver o problema da SD.

### 5.2.8 Episódio 8: “Se cada coisa estivesse no seu lugar...”

O último episódio que será analisado ocorreu nas Aulas 13 e 14 e sua transcrição pode ser acompanhada no **Quadro 11**. Após ter efetuado a atividade de comparação entre os valores padrão dos parâmetros de qualidade e aqueles encontrados pela turma ao longo das análises realizadas na SD, a professora começa o episódio colocando uma iniciação de escolha, perguntando aos/às alunos/as se beberiam a água do Pirajussara, recebendo respostas negativas de A30 e A22. Em seguida, repete a mesma pergunta, porém se referindo à água da nascente do córrego e recebe uma resposta afirmativa de A22 e uma negativa de A30, que complementa como justificativa o elevado número de coliformes fecais presentes na água, dado que foi trazido pela professora.

Para confirmar a ideia de A22, Áurea repete a pergunta com relação à água da nascente e o aluno relativiza sua resposta, porém sem indicar em que condições consumiria a água. A28 nesse momento fornece uma resposta negativa. Já A30 também relativiza sua resposta, justificando que no local onde reside existe uma nascente cuja água é deliberadamente consumida pelos moradores, fala que corrobora com a justificativa construída para o problema tratado ao longo da SD estar relacionado à componente sanitária do córrego Pirajussara, como delineado no Capítulo 4, visto que mediante a vivência dos/as alunos/as com as fontes de água de onde habitam, as características de potabilidade e o consumo da água impactam a sua própria qualidade de vida. Assim, na sequência, Áurea fornece um feedback a A30, na forma de iniciação de escolha, questionando se a aluna continuaria a consumir a água depois dos conceitos tratados no decorrer da aplicação da SD e recebe dela uma resposta negativa, evidenciando que os conteúdos estudados ao longo da SD têm potencial de direcionar o olhar da aluna sobre a confiabilidade de se consumir ou não a água de uma fonte, mesmo que conhecida.

Para concluir a primeira SDi do episódio, Áurea faz uma síntese na qual revisa de forma geral os resultados obtidos nas análises e justifica que, sobretudo por conta dos parâmetros microbiológicos, o consumo da água poderia ocasionar malefícios ao organismo ainda que suas características físicas estivessem aparentemente adequadas, fechando assim a resolução do problema inicialmente proposto.

**Quadro 11.** Transcrição do episódio A7\_Ep12: “Se cada coisa estivesse no seu lugar...”.

<b>T</b>	<b>Ti –Tf</b>	<b>F</b>	<b>Transcrição</b>	<b>PI</b>
<b>1</b>	[00:00] [00:05]	P	Posto isso... pergunto a vocês... e aí... a água do Pirajussara... vocês beberiam?	Ies
<b>2</b>	[00:05] [00:06]	A30	Não...	Res
<b>3</b>	[00:06] [00:06]	A22	NUNCA...	Res
<b>4</b>	[00:06] [00:08]	P	Beberiam a água da nascente?	Ies
<b>5</b>	[00:08] [00:08]	A22	Sim...	Res
<b>6</b>	[00:09] [00:14]	A30	(6.1) Não também, ...	Res
			(6.2) só pela quantidade de coliformes fecais eu nem chegaria perto, professora, NEM MINHA MÃO eu colocaria ali.	Rpc
<b>7</b>	[00:13] [00:15]	P	Da nascente... você beberia?	Ies
<b>8</b>	[00:15] [00:16]	A22	Depende muito...	Res
<b>9</b>	[00:15] [00:16]	A28	NÃO...	Res
<b>10</b>	[00:18] [00:24]	A30	Eu não vou falar que eu não beberia, professora, porque lá onde eu moro tem uma nascente... e eu nem sei como que é a água dali e quando a gente /tá com sede a gente bebe...	Rpc
<b>11</b>	[00:26] [00:28]	P	Mas depois de tudo isso... você vai continuar bebendo?	Ies
<b>12</b>	[00:28] [00:28]	A30	Não...	Res
<b>13</b>	[00:31] [00:56]	P	Quem vê cara... a gente viu ali que os parâmetros físico-químicos... tanto da foz quanto da nascente... eles não /tavam RUINS NÃO... eles /tavam bem... bons... o bicho pegou mesmo lá no oxigênio e nos coliformes fecais... né? E são problemas bem graves... né? Você pode ter de uma dorzinha de barriga le::ve... até uma infecção... generalizada ingerindo essa água com coliformes.	S
<b>14</b>	[00:57] [01:05]	A30	Ô, professora, mas deixa eu te fazer uma pergunta... e... tipo... não na foz... mas e se na nascente... vamos supor... se tivesse... tipo... uma lagoinha... eu poderia entrar ou também eu nem poderia entrar dentro?	Ies
<b>15</b>	[01:06] [01:12]	P	Se ela tiver... por exemplo... coliformes fecais não é recomendável nem que você entre. SE POR EXEMPLO...	Rpc

16	[01:10] [01:13]	A30	Ah:: ... então na água lá da foz não é nem recomendável entrar lá?	Ies
17	[01:13] [01:14]	P	Nem pensar...	Res
18	[01:14] [01:15]	A30	Nem colocar o dedinho... assim?	Ies
19	[01:15] [01:18]	P	Nem para os esportes... né... não se recomenda isso.	Rpc
20	[01:19] [01:21]	A30	Ô, professora, e como que o povo entra lá /pra limpar?	Ipc
21	[01:20] [01:22]	P	Você pode ter doenças cutâneas... né?	Rpc
22	[01:25] [01:27]	A30	Mas não tem lugar que o povo entra /pra limpar?	Ies
23	[01:26]	A27	(23.1) Não...	Res
	[01:29]		(23.2) por isso que /tá sujo desse jeito... ninguém entra lá /pra limpar.	Rpc
24	[01:29] [01:39]	P	Ah... Mas quem vai limpar... quem vai fazer a manutenção... vai aparelhado... vai equipado... vai protegido... vai de macacão... vai de luva... vai de óculos. Tudo bonitinho... não vai entrar lá com... né... pé descalço...	Rpc
25	[01:39] [01:43]	A27	Ah, professora, mas se tivesse alguém /pra limpar o negócio não /tava daquele jeito... né?	A
26	[01:43] [01:45]	P	Mas e por que que precisa limpar?	Ipc
27	[01:46] [01:50]	A27	Porque /tá muito sujo... /tá misturando água do esgoto com água da nascente.	Rpc
28	[01:52] [01:54]	P	Mas a água do esgoto deveria /tá lá?	Ies
29	[01:54] [01:55]	A30	Não...	Res
30	[01:55] [01:56]	A27	Quê?	F
31	[01:56] [02:00]	P	A água do esgoto... ela /tá no lugar certo... então... se ela /tá se misturando com a nascente?	Ies
32	[01:59] [01:59]	A27	Não...	Res

<b>33</b>	[02:02] [02:04]	P	Então se ela /tivesse no lugar certo... você concorda que não precisaria limpar?	Ies
<b>34</b>	[02:04] [02:04]	A27	Sim.	Res
<b>35</b>	[02:05] [02:08]	P	Se cada coisa estivesse no seu lugar...	S
<b>Abordagem Comunicativa</b>		I/A		
<b>Deslocamento Contextual</b>		(SD_A1 a A6 e A7_Ep4 a Ep11) → A7_Ep12 (entre 1 e 13); (Despoluição do córrego e A1_Ep20) → A7_Ep12 (entre 14 e 35)		

Fonte: os autores.

Contudo, embora para Áurea parecesse que a questão estava resolvida, para A30 ela ainda estava aberta para discussão. Então, no turno 14, a aluna faz uma subversão da interação e direciona uma iniciação à professora, perguntando se, por suposição, existisse um lago na região da nascente, seria possível entrar em contato com a água, o que é negado por Áurea, que justifica sua resposta com base na presença de coliformes fecais. Antes mesmo de a professora concluir sua frase, a aluna coloca uma iniciação de escolha, em que pergunta se não é recomendável entrar em contato com a foz da água do córrego, o que também é negado pela professora. A aluna insiste mais uma vez em perguntar sobre a possibilidade de entrar em contato com a água da foz e a professora a nega, dizendo que o contato não é recomendado nem ao menos para práticas desportivas e colocando a justificativa de que ele pode ocasionar doenças cutâneas.

Na sequência, em 20, A30 segue com seu movimento de subversão, endereçando uma iniciação de processo em que questiona a professora sobre como profissionais efetuam a limpeza do córrego, e, portanto, entram em contato com a água. Nesse momento, a aluna A27 responde negativamente à colega, colocando como justificativa o fato de que se existissem profissionais para limpar o córrego ele não se encontraria poluído. A professora, ao entender que A30 se referia ao contato com a água, responde a aluna justificando que os profissionais adentram ao ambiente devidamente paramentados, logo, não tendo contato primário com a água. No turno 25, a aluna A27 avalia a resposta dada por Áurea, afirmando novamente que se existissem profissionais para limpá-lo, ele não estaria poluído.

O prosseguimento da interação se dá com Áurea retomando a autoridade do discurso e colocando uma iniciação de processo direcionada a A27, em que pergunta à aluna por que o córrego deveria ser limpo e recebe como resposta de que ele se encontra sujo porque a água de sua nascente e o esgoto se misturavam. Áurea fornece um feedback, na forma de iniciação de escolha, em que pergunta se ambos deveriam se misturar e recebe uma resposta negativa de A30. A27 fornece um feedback, solicitando que a professora repita a pergunta, o que é feito por Áurea, que recebe outra resposta negativa da aluna. No turno 33, Áurea fornece outro feedback a A27 na forma de iniciação de escolha, no qual tenta persuadi-la de que se não houvesse o despejo de esgoto no córrego, não seria necessário pensar na sua despoluição, o que é acatado pela aluna, em 34, e para finalizar o episódio, no turno seguinte Áurea faz uma síntese na forma da expressão “Se cada coisa estivesse no seu lugar...”.

Em termos de abordagem comunicativa, percebemos que o episódio de conclusão do problema sociocientífico da SD possui as características de uma classe I/A, composto por sequências de padrão I-R-F-R-A, com feedbacks na forma de iniciações, nas quais a professora

direciona os/as alunos/as para a conclusão de que a água do córrego Pirajussara não pode ser considerada potável pois possui parâmetros que não estão dentro dos padrões exigidos legislativamente. Um ponto interessante a se notar é o fato de que A27 e A30 efetuam subversões à interação, questionando em vários turnos o ponto de vista que era trazido pela professora, o que num primeiro momento aparenta o surgimento de um espaço Dialógico no discurso, no entanto, Áurea consegue convencer as alunas sobre a potabilidade e a impossibilidade de contato com a água, fazendo prevalecer o ponto de vista subsidiado pelas análises realizadas.

Já com relação aos deslocamentos contextuais, entre os turnos 1 e 13 observamos claramente uma referência a todas as aulas anteriores da SD, visto que foi a partir da comparação entre os diferentes resultados encontrados que Áurea e os/as alunos/as conseguem finalizar a resolução do problema inicialmente proposto e estabelecer como consenso que a água do córrego não pode ser considerada potável. Em meio a este deslocamento, ocorre uma tensão discursiva provocada por uma pergunta de caráter atitudinal, como no episódio do Quadro 10, na qual a divergência de opiniões direciona o fluxo discursivo. Ainda no âmbito desse deslocamento, a iniciação da aluna A30 em 14 provoca uma disputa por outros usos da água. Outro deslocamento ocorrido vem de um contexto externo que é trazido à sala de aula por A30 quando ela menciona os profissionais que efetuam a limpeza do córrego, também a partir de uma iniciação. O terceiro contexto trazido recupera as discussões sobre saneamento básico realizadas nas duas primeiras aulas da sequência, quando A27 coloca na sala de aula o fato de que o córrego está poluído pois não existem pessoas para efetuar sua limpeza. Portanto, a tensão ocorre em meio à disputa pela origem da poluição e a responsabilidade social e governamental pela limpeza.

Nesse ponto, é importante retomar uma característica dos problemas sociocientíficos evocada no Capítulo 1: eles envolvem questões que são controversas e de resolução complexa. Entendemos como controvérsia, qualquer divergência entre pontos de vista sobre um tópico, não necessariamente ligada à criação de uma polêmica sobre a questão. No episódio apresentado, é possível perceber dois pontos: o primeiro, o fato de a professora trabalhar com a controvérsia com relação à poluição do córrego instaurada por A27. A aluna traz em sua fala uma perspectiva relacionada à origem da poluição como o fato de não existirem iniciativas para limpeza do córrego já poluído. Já a professora apresenta outra perspectiva na qual atribui a poluição do córrego ao descarte irregular de esgoto e lixo, aspecto evidenciado pela expressão “Se cada coisa estivesse no seu lugar...”, em que fica subentendido que a professora fala sobre

a escassez de serviços de saneamento básico para a população do entorno do córrego, fato que foi discutido e levantado no início da SD e deu início ao processo de problematização.

O segundo ponto a ser levantado é o fato de que a exposição da controvérsia foi realizada na última aula da SD, o que inicialmente pode causar estranhamento, sobretudo se se pensa na problematização como um movimento puramente cronológico e linear na sala de aula. Como elemento estruturante da narrativa da SD, a problematização perpassa todas as aulas e poder ser interpretada como uma espiral, na qual contextos são construídos e reconstruídos ao longo do tempo para fomentar a resolução da questão desencadeadora que atua como problema sociocientífico da SD. É fato também que a construção dos contextos se dá em meio a tensões provocadas por divergências conceituais e atitudinais, não apenas entre professora e aluno/as, mas também entre o/as próprio/as aluno/as.

Em suma, é possível perceber que é a partir do deslocamento contextual referente às análises efetuadas e à discussão sobre saneamento básico realizada no início da SD que a professora conclui a resolução do problema com a turma, vivenciando ainda assim questionamentos dos/as alunos/as, porém balizando sua visão para a conclusão de que a água do córrego Pirajussara não pode ser considerada potável, isto é, fechando a resposta para a questão desencadeadora colocada na primeira aula.

### **5.3 Síntese**

Buscamos neste capítulo apresentar a análise dos episódios referentes ao movimento de problematização ao longo das aulas da SD produzida para a coleta de dados da pesquisa. Conforme exposto no Capítulo 4, foi possível verificar que a professora fez referência à problematização em todas as aulas da SD, desta forma, selecionamos como episódios para análise aqueles nos quais foram observadas a introdução, a retomada e a conclusão do problema sociocientífico, ou seja, da questão desencadeadora que estruturou as atividades que compuseram a SD. Para tanto, construímos um quadro analítico baseado em dois aspectos: o primeiro, a caracterização do contexto comunicacional segundo a análise da abordagem comunicativa (MORTIMER E SCOTT, 2003) e do padrão de interação (MEHAN, 1979; MORTIMER E SCOTT, 2003; SILVA E MORTIMER, 2010), e o segundo, a caracterização dos deslocamentos contextuais a partir da análise do encadeamento entre diferentes episódios da SD (EDWARDS E MERCER, 1987; SGARBOSA, 2018).

Os resultados das análises dos episódios, de forma geral, apontam que: no episódio de introdução do problema sociocientífico (Episódio 1), a professora mobilizou uma abordagem Interativa/Dialógica, composta por um padrão I-R-A-F, no qual buscou levantar junto dos/as alunos/as quais eles/as acreditavam ser os parâmetros de potabilidade da água e as práticas

relacionadas ao saneamento básico, inserindo os turnos de avaliação para aceitar as diferentes respostas trazidas, repetindo-as para a turma, e fornecendo feedbacks para eliciar mais respostas. É importante frisar que, nesse momento, a professora somente efetuou um levantamento de ideias, sem discuti-las ou problematiza-las.

Nos episódios de retomada da problematização, a abordagem predominante foi Interativa/De Autoridade, composta por um padrão I-R-F-R-A, em que o turno de feedback era fornecido na forma de iniciações de diferentes tipos para direcionar o olhar da turma para as conclusões desejadas. Nesses momentos, percebemos como propósitos da professora executar a transição entre atividades consecutivas da SD por suscitar a necessidade de análise das diferentes classes de parâmetros de qualidade (Episódios 2, 4 e 7) ou relacionar os conceitos químicos formalizados ao problema da SD para subsidiar sua própria resolução (Episódios 3, 5 e 6).

No episódio de conclusão do problema (Episódio 8), a abordagem mobilizada foi Interativa/De Autoridade, composta também por um padrão I-R-F-R-A, com feedbacks na forma de iniciações, em que a professora, com base nas análises efetuadas ao longo da SD, direciona a turma para a conclusão de que a água do córrego Pirajussara não pode ser considerada potável. Nesse episódio, também notamos a subversão da interação pelas alunas A27 e A30, que questionam o ponto de vista trazido pela professora, porém, ao final são convencidas por Áurea e acabam por aceitá-lo como consenso.

Por fim, com relação aos deslocamentos contextuais, verificamos que em todos os episódios a professora faz referência a atividades já vivenciadas pelos/as estudantes durante a aplicação da SD, porém, não podemos deixar de destacar que contextos externos também são mobilizados pela professora e pelos/as alunos/as para auxiliar no desenvolvimento das interações, como suas concepções prévias sobre qualidade de água e saneamento básico (Episódio 1); o programa de televisão “Largados e Pelados” (Episódio 2); o rótulo de uma garrafa de água mineral (Episódios 3 e 4); e os profissionais que efetuam a limpeza do córrego (Episódio 8).

Demonstramos, portanto, como o movimento discursivo de construção da problematização, além de contar com as componentes estrutural e funcional também possui uma componente contextual, fato que é importante à luz da teoria sociocultural, revelando como a narrativa da SD foi construída na sala de aula a partir de deslocamentos de contexto previamente vivenciados por meio da fala da professora e dos/as alunos/as. Além disso, os deslocamentos são permeados por tensões discursivas inerentes à divergência de entendimentos não apenas sobre conceitos, mas também sobre atitudes, bem como por iniciações de alunos/as

e interações entre ele/as próprio/as. Feita a síntese acima, é possível, então, tecer considerações finais acerca da pesquisa aqui apresentada.

## Considerações Finais

Iniciamos nosso texto a partir da ideia difundida por diferentes correntes epistemológicas de que a noção de problema pode ser interpretada como uma questão desencadeadora da produção de conhecimento científico, sendo apropriada por diferentes abordagens da didática das Ciências, como a Aprendizagem Baseada em Problemas (BARROWS, 1996), os Problemas Abertos (GIL-PÉREZ E MARTÍNEZ-TORREGROSA, 1983) e os Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV, 2001), nas quais o processo de resolução de problemas se constitui como cerne para o estudo de novos conceitos científicos. Essas abordagens apresentam um viés conceitual, sendo o problema definido a partir dos conceitos que devem ser estudados, além do fato de que, embora não neguem o contexto social dos estudantes, não o tomam como elemento de partida na elaboração dos problemas correlatos.

Em outra abordagem, de viés temático, observamos nas últimas duas décadas a ascensão de uma linha de pesquisa que tem sua base em problemas sociocientíficos (do inglês, *socioscientific issues* - SSI), que podem ser definidos como questões controversas e de complexa resolução que estão na região de interface entre as esferas científica e social e são amplamente divulgadas pela mídia (RATCLIFFE E GRACE, 2003; ZEIDLER, 2003; MARTÍNEZ-PÉREZ, 2012). O movimento das SSI no Ensino de Ciências é caracterizado como uma reconfiguração da abordagem CTSA (MARTÍNEZ-PÉREZ E LOZANO, 2013b) e sua principal proposição é a de que as controvérsias suscitadas pelo estudo das SSI são capazes de promover o desenvolvimento moral dos/as estudantes e fomentar o seu pensamento crítico (ZEIDLER E KEEFER, 2003). Assim, as questões trabalhadas em sala de aula por essa perspectiva se apresentam aos/às alunos/as como dilemas de caráter ético ou moral, que por meio de análises minuciosas de riscos, custo-benefício, valores e aspectos culturais envolvidos levarão a um processo de tomada de decisão sobre a forma mais efetiva de se agir sobre o problema (RATCLIFFE E GRACE, 2003).

Martínez-Pérez (2014) aponta que para a efetividade de propostas de ensino baseadas em SSI são necessários investimentos na formação inicial de professores/as de Ciências para que eles/as conheçam e se naturalizem a trabalhar questões controversas em suas aulas, além de um planejamento de ensino sistematizado para que elas sejam estudadas de forma integrada e promovam, de fato, a articulação entre as esferas CTSA. Zeidler e Lewis (2003) trazem que para o desenvolvimento dos/as estudantes em termos cognitivos e morais, é trabalho dos/as

professores/as criar um contexto em sala de aula capaz de inserir as SSI e torná-las objetos de debate.

Dada a influência do contexto e da utilização da linguagem para que seja possível lhe atribuir sentido, propusemos uma abordagem sociocultural de problemas sociocientíficos para que fosse possível estudar como se dá o processo de significação de conceitos científicos subsidiados pela criação e resolução de um problema em sala de aula, visto que, como traz Vigotiski (2001), o processo de criação e internalização de novos signos, neste caso, os conceitos, se dá pela resolução de problemas relevantes para o sujeito.

É importante, então, discutir nesse ponto a concepção de problema sociocientífico que defendemos e como ela se relaciona àquela pensada nos termos da educação CTSA. Nossos pontos de aproximação com o referencial baseado no estudo de SSI estão no fato de que o termo sociocientífico é utilizado justamente por revelar a preocupação com a aproximação entre as esferas científica e social ao trazer questões discutidas contemporaneamente, além da criação de um contexto que faça emergir o problema de forma que ele se torne deveras relevante para o/a estudante. Entretanto, em nossa concepção, a determinação que exerce a controvérsia ou a polêmica sobre construção do problema não deve necessariamente se sobrepor ao potencial de transposição da problematização para situações fora do contexto escolar, ou seja, o movimento das contradições inerentes à problematização deve ser dirigido para a expandir as fronteiras de atuação de estudantes e professores para fora da escola, de modo a engajá-los no seu próprio desenvolvimento e da sua comunidade.

Para tanto, é necessária a exploração de teorias de planejamento de ensino com base em problemas sociocientíficos que contemplem a significação conceitual visando o desenvolvimento da capacidade de problematização dos próprios estudantes guiada pela ação do/a professor/a na sala de aula. Apresentamos, então, o Modelo Topológico de Ensino (GIORDAN, 2013), proposto a partir da Teoria da Ação Mediada (WERTSCH, 1998), como ferramenta sociocultural de planejamento de ensino cujo elemento desencadeador das práticas em sala de aula é o problema. O MTE é composto por três eixos estruturantes: atividade, conteúdo e tema sociocientífico, que são articulados por um quarto elemento, o problema. A partir de um tema de interface entre as esferas social (da qual os/as estudantes fazem parte) e científica (da qual, inicialmente, somente o/a professor faz parte), é delineado um problema, na forma de uma questão desencadeadora, que favorece a articulação entre diferentes atividades e conceitos científicos, ambos orientados para a sua resolução. O processo de proposição, resolução e conclusão do problema é chamado de problematização e ocorre por meio de

deslocamentos contextuais (EDWARDS E MERCER, 1987) que dão base para a construção de uma narrativa na sala de aula.

Neste ponto, conseguimos responder à primeira pergunta de pesquisa colocada: *qual é a natureza e a função do problema sociocientífico no MTE?* O problema sociocientífico é uma questão desencadeadora colocada ao início de uma sequência de aulas que se torna um contexto mental compartilhado entre professor/a e alunos/as e é constantemente revisitado ao longo das aulas, e sua função é promover a articulação entre os diferentes eixos do modelo de modo a favorecer a sua resolução, num processo dialético, segundo o qual o problema dita a ordem das atividades e conteúdos e é reconstruído e solucionado a partir do avanço temporal das aulas.

A concretização do MTE na sala de aula é verificada a partir da produção de sequências didáticas planejadas a partir da problematização de um tema sociocientífico, nas quais, ao longo das aulas o problema é retomado para estudo de determinados conceitos científicos. O processo de produção de SD é denominado *Elaboração-Aplicação-Reelaboração* (GUIMARÃES E GIORDAN, 2011; 2013) e é concebido a partir de três etapas, iniciando com a produção do plano documental e dos materiais instrucionais, passando para a aplicação em sala de aula e avaliação dos resultados e finalizando com a reelaboração do plano a partir dos resultados observados. Esse processo tem base na noção de continuidade suscitada pelo MTE, isto é, a construção e reconstrução de contextos ao longo do tempo, e, portanto, foi escolhido como desenho metodológico, favorecendo uma produção longitudinal de dados.

Para a execução de nossa pesquisa, em parceria com a professora de Química, Áurea, elaboramos uma SD intitulada “Você sabe o que tem na água do córrego Pirajussara?” cujo objetivo principal era determinar a potabilidade da água do córrego Pirajussara, fonte de água localizada na região oeste da metrópole paulista, sendo as análises subsidiadas pelos conceitos relacionados à solubilidade dos materiais e a problematização estruturada a partir do acesso da população às políticas de saneamento básico no Brasil. A SD foi aplicada a alunos/as da 2ª série do Ensino Médio de uma escola pública estadual do município de Embu das Artes (SP), o qual abriga a nascente do córrego.

Nesse contexto, pudemos realizar com a professora um processo formativo que contemplou as etapas de produção de uma SD a fim de, além de promover a inserção de Áurea no MTE, construir os dados utilizados na pesquisa. Construímos uma rota formativa na qual foi possível efetuar a caracterização do perfil da professora e dos/as alunos e com base neles produzir o plano documental e os materiais instrucionais na etapa de elaboração da SD; o registro audiovisual das aulas na etapa de aplicação; e uma entrevista por Lembrança

Estimulada por Vídeo na fase reelaboração para verificar os impactos da SD na formação da professora.

É importante recapitular nesse momento o processo formativo da professora Áurea, uma vez que os dados obtidos, analisados e interpretados para a construção dos resultados teóricos e empíricos da pesquisa estão intimamente relacionados ao caminho da inserção da professora como colaboradora dentro do grupo de pesquisa. Na etapa de elaboração da SD, concomitantemente à redação do plano, que foi efetuada pelos pesquisadores, apresentamos o arcabouço teórico do MTE a Áurea, que conheceu a Teoria da Ação Mediada, a organização do modelo e o processo de produção de SD, sendo que ao final de todas as discussões teóricas, a professora já dispunha de ferramentas para a construção de críticas e sugestões ao plano da SD, criando assim um procedimento de validação interna do plano que seria posteriormente aplicado. Também na etapa de elaboração a professora participou ativamente da produção dos materiais instrucionais elaborados. Assim, logo no início de seu processo formativo já se estimulou a participação ativa e autoral de Áurea no projeto.

A fase de aplicação da SD foi um momento crucial para a investigação, visto que foi nela que pudemos de fato construir o problema de pesquisa que seria estudado. Nessa etapa, a professora desenvolveu as aulas previstas no plano da SD e verificamos a habilidade de Áurea de constantemente retomar e manter vivo na sala de aula o problema elaborado para a sequência. Após cada aula, realizávamos encontros com a professora para discutir e propor mudanças de direcionamento no plano, seja por conta da preocupação de Áurea com a aprendizagem dos/as alunos/as, seja para sustentar a construção do problema em sala de aula. Mais uma vez a participação ativa da professora chamou a atenção, sendo possível estabelecer com ela uma intensa parceria que gerou a riqueza de resultados explorada posteriormente no tratamento dos dados.

Por fim, em razão do objetivo colocado e do espaço para redação do presente texto, optamos por não explorar com mais profundidade os resultados obtidos na fase de reelaboração da SD com a entrevista por LEV. Entretanto é importante mencionar agora que esse instrumento investigativo e também propulsor de reflexões nos forneceu muitas inspirações para a interpretação dos dados da sala de aula. Na entrevista, propusemos no protocolo uma seção específica para que a professora expusesse suas impressões sobre o MTE e a produção da SD, suas concepções sobre problema e problematização, e mais ainda a construção sociocientífica proposta para o problema da sequência aplicada. Um dos pontos de destaque dessa seção foi uma metáfora elaborada pela professora para explicar suas interpretações sobre problema e problematização: o problema seria o “personagem” a ser estudado e a problematização o

“cenário” construído para o estudo do problema. Outro ponto de destaque foi a posição da professora quanto à indissociabilidade entre as faces científica e social do problema tratado na sequência.

Essas observações foram importantes guias para a análise dos dados da aplicação visto que indicaram a postura da professora de manutenção de uma narrativa criada para resolução do problema, além de sempre manter em tensão os fatores sociais e científicos associados ao problema. Deixamos, portanto, como uma importante implicação para pesquisas futuras a utilização da metodologia por LEV como instrumento formativo para os/as professores/as no sentido de promover uma reflexão sobre suas práticas, e instrumento investigativo para explorar suas concepções sobre a problematização no ensino e balizar as análises dos dados.

Feitas as considerações sobre a importância do processo formativo da professora em consonância com a execução da pesquisa, a fim de contemplar as outras perguntas colocadas ao início do texto, escolhemos a metodologia de segmentação multinível (SILVA-NETO, 2016) para a produção e seleção de dados. Segundo essa metodologia, as aulas da SD (Nível I), podem ser segmentadas em Episódios de Ensino (Nível II), que correspondem a momentos com propósitos específicos da professora, e posteriormente em Sequências Discursivas (Nível III), que correspondem a fragmentos de discurso que estruturam os episódios. Desta forma, foi possível analisar nos níveis macro, meso e micro o desenvolvimento da SD, tanto na forma de plano de ensino como na sala de aula.

Para a análise nos níveis macro e meso e à luz da teoria sociocultural que coloca a importância da interação entre os sujeitos mediada pela linguagem para produção de significados e intercâmbio de sentidos, caracterizamos os propósitos das diferentes atividades realizadas na SD com base nas categorias propostas por Sgarbosa (2018) e o contexto comunicacional da sala de aula com base nas categorias de abordagem comunicativa propostas por Mortimer e Scott (2003), além da articulação entre ambos. Com isso, fomos capazes de responder à segunda pergunta de pesquisa colocada: *quais são as ações da professora em sala de aula para promover a problematização?*

A nível macro, verificamos que a professora mobilizou propósitos relacionados à Problematização da SD majoritariamente na primeira e na última aula, que correspondem, respectivamente, ao delineamento e à conclusão do problema, mas que também foram inseridos ao longo das aulas, confirmando o papel do problema como articulador das atividades. Além disso, verificamos que a professora mobilizou propósitos relacionados ao Conteúdo sobretudo na primeira metade da aplicação da SD, para desenvolvimento dos conteúdos químicos necessários à resolução do problema, e propósitos relacionados à Articulação conteúdo-

problema na segunda metade, visto que, como os conceitos haviam sido desenvolvidos, posteriormente eles foram aplicados à resolução do problema. Com relação ao discurso da sala de aula, verificamos uma primazia do discurso Dialógico no início da sequência, tanto para a construção da problematização quanto para a introdução do conceito de solubilidade, e no final da sequência para a discussão das possíveis soluções para a poluição do córrego Pirajussara, e uma concentração do discurso De Autoridade nas aulas intermediárias da SD nas quais os conceitos científicos já estavam formalizados e serviam para compreender os resultados das análises dos parâmetros de qualidade.

A nível meso, pudemos verificar a existência de uma rota trilhada pela professora ao longo das diferentes atividades para subsidiar a resolução do problema. Na primeira aula da SD, a professora iniciou a aplicação da sequência trazendo os diferentes fatores políticos, sociais e ambientais relacionados à poluição do córrego Pirajussara e desenvolveu longas discussões com a turma para levantar suas concepções prévias sobre o problema. Então, aplicou a atividade de observação do córrego e coleta da amostra de água e logo em seguida apresentou a questão desencadeadora da SD, qual seja, a potabilidade da água do córrego. Para finalizar a primeira aula, apresentou os parâmetros de qualidade selecionados para responder à questão, introduzindo neste ponto a face científica do problema.

Nas aulas intermediárias, a professora seguiu uma sequência que partia da realização de um experimento ou da exploração de uma simulação para observação dos fenômenos relacionados à solubilidade dos materiais, então, discutia com a turma as observações feitas, formalizava os conceitos científicos e por fim realizava a análise e a discussão de um dos parâmetros selecionados embasadas pelo conceito estudado. Somente após cumprir essa sequência a professora inseria nas aulas momentos de retomada da problematização, o que mais uma vez demonstra o caráter articulador do problema, para justificar a sequência de atividades e a necessidade dos conceitos, e da problematização para ditar o ritmo de andamento da aplicação da SD. E por fim, para concluir a SD, a professora reuniu e discutiu todos os resultados encontrados ao longo das análises, fechando a resposta à questão desencadeadora, e concluindo a sequência com uma longa discussão sobre as possíveis soluções para a poluição do córrego.

Na sequência, para analisar a nível micro as características discursivas dos momentos de introdução, retomada e conclusão do problema, selecionamos episódios com as características citadas a partir do mapeamento efetuado e construímos um quadro analítico com base nas componentes estrutural, funcional e contextual das sequências discursivas que os compõem. Desta forma, pudemos responder à terceira pergunta de pesquisa colocada: *quais*

*são as características discursivas do movimento de problematização que estrutura uma SD?*

Para avaliar a estrutura e a função dos enunciados, utilizamos as categorias de abordagem comunicativa propostas por Mortimer e Scott (2003) e as categorias de padrão de interação propostas por Mehan (1979), Mortimer e Scott (2003) e Silva e Mortimer (2010). Pudemos observar que na introdução do problema, a professora adotou uma abordagem Interativa e Dialógica, com base em um padrão I-R-A-F, no qual buscou levantar as concepções prévias dos/as alunos/as sobre os parâmetros de qualidade de água e as práticas de saneamento básico, utilizando o turno de avaliação para confirmar sua aceitação às ideias trazidas, porém sem discuti-las, e o turno de feedback para estimular a enunciação de novas ideias.

Nos episódios de retomada do problema ao longo das aulas, a professora mobilizou uma abordagem Interativa e De Autoridade, utilizando um padrão I-R-F-R-A, a partir do qual direcionava os/as alunos/as para novas atividades ou para relacionar os conceitos científicos formalizados ao problema. Por fim, na conclusão do problema, a professora mobilizou uma abordagem Interativa e De Autoridade, utilizando também um padrão I-R-F-R-A para que a turma chegasse à conclusão de que a água não poderia ser considerada potável por apresentar parâmetros de qualidade que fogem dos padrões estabelecidos. Já para avaliar os deslocamentos contextuais utilizamos uma adaptação da ferramenta de encadeamento de contextos proposta por Sgarbosa (2018), sendo que a partir dela foi possível observar que a professora e os/as alunos/as recuperavam contextos vivenciados em atividades anteriores bem como traziam contextos externos à sala de aula para, como afirmado anteriormente, efetuar a transição entre atividades ou a relação entre conceitos e problema.

Das proposições teóricas e resultados observados a partir do mapeamento e categorização dos episódios, concluímos, portanto, que as três perguntas de pesquisa endereçadas no início de nosso projeto foram respondidas e mais ainda que nossos resultados trazem importantes contribuições para os estudos sobre a problematização e os problemas sociocientíficos. Em termos teóricos, pudemos elaborar à luz dos pressupostos do Modelo Topológico de Ensino, a natureza do problema sociocientífico como questão desencadeadora que funciona como contexto mental que é constantemente recuperado ao longo de uma SD e sua função como elemento articulador dos eixos estruturantes do modelo (atividade-conteúdos-tema sociocientífico) num processo dialético segundo o qual o problema dita a ordem das atividades e de apresentação dos conteúdos e é simultaneamente resolvido. Em outro aporte teórico-metodológico, propusemos a ideia de problematização como a construção e reconstrução do problema, a partir de deslocamentos contextuais, para a estruturação da narrativa desenvolvida pelo/a professor/a em sala de aula.

Em termos didáticos, sugerimos uma metodologia de ensino com base na resolução de problemas que se configura a partir do desenvolvimento de SD cujas atividades são estruturadas e orientadas para a resolução de uma questão desencadeadora que reúne em si aspectos científicos e sociais de modo a promover uma educação integral dos/as estudantes nas componentes conceituais, procedimentais e atitudinais de conteúdos disciplinares.

E em termos metodológicos, demonstramos a complexidade da análise em multinível para construção e análise dos dados da pesquisa, unindo tratamentos quanti e qualitativos dos dados para avaliar as dinâmicas discursivas apresentadas no plano de ensino e na aplicação da SD de modo a fazer uma análise integral e possibilitar, no caso da presente pesquisa, a seleção e categorização de episódios relacionados à construção da problematização da sequência.

Embora neste texto tenhamos apresentado um tratamento complexo dos dados coletados, não podemos afirmar que eles foram esgotados, deixando, portanto, encaminhamentos para futuras pesquisas. Seguindo a linha teórica baseada na perspectiva sociocultural, uma análise mais minuciosa do processo de construção e deslocamento contextual entre as diferentes atividades da SD, pode revelar quais são os contextos situacional, comunicacional e mental trazidos e a forma como eles são apresentados ao longo do tempo para subsidiar a construção da problematização, pois em meio aos deslocamentos contextuais, observamos a ocorrência de tensões no movimento discursivo da professora e dos/as alunos/as, cuja análise pormenorizada de suas variantes pode contribuir para compreender a problematização como um processo discursivo construído pela interação em sala de aula.

Uma última perspectiva futura que colocamos é a possibilidade de investigação, com base nos pressupostos socioculturais da Aprendizagem Expansiva (ENGESTRÖM, 2016), da transformação do sistema de atividades que ocorre quando o plano da SD, cujo próprio processo de produção já é executado com base em um sistema de atividades como explorado nesse texto e no qual o problema sociocientífico exerce a função de objeto de ensino, é levado para a sala de aula para se transformar num sistema de atividades de problematização, no qual as tensões discursivas podem ser importantes elementos que indiciam a manifestação de contradições (ENGESTRÖM E SANNINO, 2011) entre o próprio sistema de atividades de problematização e os sistemas de atividades dos quais os/as alunos/as fazem parte.

No presente texto, observamos contradições, sobretudo, nos episódios “Largados e Pelados” e “Se cada coisa estivesse no seu lugar...” nos quais as interpretações de duas alunas sobre o problema da SD diferiram da perspectiva apresentada pela professora e tiveram que ser superadas por deslocamentos contextuais presentes na narrativa estabelecida na sala de aula. Portanto, para concluir, deixamos como possibilidade de continuidade da pesquisa nos termos

da aprendizagem expansiva a investigação do processo de construção e manifestação das contradições no sistema de atividade de aprendizagem problematizada estruturado durante a aplicação de uma SD com vistas a melhor compreender como a problematização pode ser apropriada por estudantes e professores.

## Referências

- AIZAWA, A. **A percepção gestual de licenciandos e a representação estrutural química na perspectiva da multimodalidade**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo. São Paulo (SP), 2016.
- ALBANESE, M. A.; MITCHELL, S. Problem-based learning: a review of literature on its outcomes and implementation issues. **Academic Medicine**, v. 68, n. 1, p. 52 – 81, 1993.
- BACCI, D. L. C.; PATACA, E. M.; JACOBI, P. R.; SILVA, P. A. R.; BEDUSCHI-FILHO, L. C. Educando nas águas do Pirajuçara – uma proposta de educação ambiental. **Revista de Cultural e Extensão USP**, v. 2, p. 41 – 53, 2009.
- BACHELARD, G. **O racionalismo aplicado**. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.
- BAKHTIN, M. M. **Marxismo e filosofia da linguagem**. São Paulo: Hucitec, 2006.
- BARROWS, H. S. Problem-based learning in Medicine and beyond: a brief overview. **New Directions for Teaching and Learning**, n. 68, p. 3 – 12, 1996.
- 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.
- BERTOLDO, R. R.; GIORDAN, M. **A Divulgação Científica como um produto da Indústria Cultural**. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis (SC), 2017.
- BEZERRA, B. H. S.; AMARAL, E. M. R. Identificando compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos em falas de licenciados quando discutem uma questão sociocientífica. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 1, p. 41 – 54, 2019.
- BURKE, K. **The philosophy of literary form**. Berkeley: University of California Press, 1973.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **24º Diagnóstico dos serviços de água e Esgotos - 2018**. Disponível em: [http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico\\_AE2018.pdf](http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico_AE2018.pdf). Acesso em: 11 de dezembro de 2019.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 12 de novembro de 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em:

[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Acesso em: 15 de março de 2017.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 11445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm). Acesso em: 19 de março de 2017.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem.

In: **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo**, 2009. Disponível em:

<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>. Acesso em: 15 de março de 2017.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (ed). **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. 1 ed. Florianópolis: UFSC, p. 125 - 150, 2001.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Física: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DEMPSEY, N. P. Stimulated recall interviews in ethnography. **Qualitative Sociology**, v. 33, n. 3, p. 349-367, 2010.

DIONOR, G. A.; MARTINS, L.; CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F. **Caracterizando propostas de ensino baseado em Questões Sociocientíficas**. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Natal (RN), 2019.

EDWARDS, D.; MERCER, N. **Common knowledge: the development of understanding**. 1st ed. New York: Routledge, 1987.

EMBU. Prefeitura da Instância Turística de Embu das Artes. MELO, M. A.; FRANCO, M. I. (coord). **Atlas socioambiental de Embu**. 2008.

ENGESTRÖM, Y. Activity theory and individual and social transformation. In: ENGESTRÖM, Y.; MIETTINEN, R. E; PUNAMÄKI, R. L. (orgs.). **Perspectives on activity theory**. New York: Cambridge University Press, p. 19 – 38, 1999.

ENGESTRÖM, Y. **Aprendizagem expansiva**. Campinas: Pontes Editores, 2016.

ENGESTRÖM, Y.; SANNINO, A. Discursive manifestations os contradictions in organizational change efforts: a methodological framework. **Journal of Organizational Change Management**, v. 24, n. 3, p. 368 – 387, 2011.

FREEMAN, C.; O'MALLEY, K.; EVELEIGH, F. **Australian teachers and the learning environment: an analysis of teacher response to TALIS 2008**. Australian Council for Education Research. Final report. 2010.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 60 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016.

GEHLEN, S. T.; DELIZOICOV, D. A função do problema na Educação em Ciências: estudos baseados na perspectiva vygotskyana. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 3, p. 123 – 144, 2011.

GEHLEN, S. T.; DELIZOICOV, D. A dimensão epistemológica da noção de problema na obra de Vygotsky: implicações no Ensino de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 59 – 79, 2012.

GEHLEN, S. T.; DELIZOICOV, D. O papel do problema no Ensino de Ciências: compreensões de pesquisadores que se referenciam em Vygotsky. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 45 – 63, 2013.

GIL-PÉREZ, D.; MARTINEZ-TORREGROSA, J. A model for problem-solving in accordance with scientific methodology. **European Journal of Science Education**, v. 5, n. 4, p. 447 – 455, 1983.

GIL-PÉREZ, D.; DUMAS-CARRÉ, A.; CAILLOT, M.; MARTINEZ-TORREGROSA, J. Paper and pencil problem solving in the Physical Sciences as a research activity. **Studies in Science Education**, v. 18, n. 1, p. 137 – 151, 1990.

GIL-PÉREZ, D.; MARTINEZ-TORREGROSA, J.; RAMÍREZ, L.; DUMAS-CARRÉ, A.; GOFARD; M.; CARVALHO, A. M. P. Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 9; n. 1; p. 7 – 19, 1992.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de Ciências**. 2 ed. Ijuí: Unijuí, 2013.

GIORDAN, M. **Atividade, propósito e conceito em SD**, p. 74 – 85, 2014. Disponível em: [http://midia.atp.usp.br/plc/plc0703/impessos/plc0703\\_10](http://midia.atp.usp.br/plc/plc0703/impessos/plc0703_10). Acesso em: 05 de dezembro de 2018.

GIORDAN, M.; GOMES, G. S.; DOURADO, I. L. A.; ROMEU, J. G. F. A polêmica da fosfoetanolamina no ensino de Química: articulações entre o planejamento de ensino e a comunicação científica. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 4, p. 327 – 334, 2019.

GIORDAN, M., GUIMARÃES, Y. A. F.; MASSI, L. **Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de Ciências**. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Campinas (SP), 2011.

GODOI, E. L.; POLAKIEWICZ, L.; PIRES, M. A. F.; ORTIZ, N. Oficina sobre qualidade de água: uma proposta de educação ambiental em uma bacia hidrográfica na região metropolitana de São Paulo, Brasil. **Educação Ambiental em Ação**, n. 27, 2009. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=684>. Acesso em: 05 de dezembro de 2018.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. **Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores**. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Campinas (SP), 2011.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. **Elementos para validação de sequências didáticas**. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindoia (SP), 2013.

HELLER, L. O papel da União na política de Saneamento Básico: entre o que se deve e o que se pode esperar. (Adaptação) In: **Lei Nacional de Saneamento Básico - Perspectivas para as políticas e a gestão dos serviços públicos. Livro I - Instrumentos das políticas e da gestão dos serviços públicos de Saneamento Básico**, 2009. Disponível em: [http://www.embasa.ba.gov.br/sites/default/files/sala\\_imprensa/publicacoes/arquivos/2011/03/14/Coletanea\\_Lei11445\\_Livro1\\_Final.pdf](http://www.embasa.ba.gov.br/sites/default/files/sala_imprensa/publicacoes/arquivos/2011/03/14/Coletanea_Lei11445_Livro1_Final.pdf). Acesso em: 26 de março de 2017.

JEWITT, C. Multimodality, “reading” and “writing” for the 21st century. **Discourse: studies in the cultural politics of education**, v. 26, n. 3, p. 315 – 331, 2005.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; PUIG, B. Argumentation, evidence evaluation and critical thinking. In: FRASER, B. J.; TOBIN, K.; MCROBBIE, C. J. (eds). **Second international handbook of Science Education. Springer international handbooks of Education 24**. Berlin: Springer Science+Business Media, p. 1001 – 1015, 2012.

KRESS, G.; JEWITT, C.; OGBORN, J.; TSATSARELIS, C. **Multimodal teaching and learning: the rhetoric of the science classroom**. New York: Continuum, 2001.

KRUPCZAK, C.; AIRES, J. A. **Uma análise da produção acadêmica sobre controvérsias sociocientíficas**. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Natal (RN), 2019.

KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1975.

LAKATOS, I. **História da Ciência e suas reconstruções racionais e outros ensaios**. Lisboa: Edições 70, 1998.

LIBÂNEO, J. C. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a Teoria Histórico-Cultural da Atividade e a contribuição de Vasili Davydov. **Revista Brasileira de Educação**, n. 27, p. 5 – 24, 2004.

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

MACENO, N. G.; LARA, M. S.; GIORDAN, M. Characterization of preferences and practices of teaching of Chemistry teachers of the state of Santa Catarina from survey TALIS.

In: FINLAYSON, O. E.; MCLOUGHIN, E.; ERDURAN, S.; CHILDS, P. (eds). **Electronic Proceedings of the ESERA 2017 Conference. Research, Practice and Collaboration in Science Education**. REDFORS, A.; RYDER, J. (co-eds). Part 10: Strand 10, Science Curriculum and Educational Policy. Dublin: Dublin City University, p. 1355 – 1364, 2018.

MACHADO, A. R.; MARQUES, C. A.; SILVA, R. M. G. Sentidos e significados de problema e problematização em um processo de (re)planejamento coletivo de uma situação de estudo. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 22, n. 1, p. 23 – 42, 2016.

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

MARTÍNEZ-PÉREZ, L. F. Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. **Revista Tecné, Episteme y Didaxis TED**, v.36, p. 77 – 94, 2014.

MARTÍNEZ-PÉREZ, L. F.; CARVALHO, W. L. P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de Ciências. **Educação e Pesquisa**, v. 38, n. 3, p. 727 – 741, 2012.

MARTÍNEZ-PÉREZ, L. F.; LOZANO, D. L. P. **Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas: aportes para la formación del profesorado**. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, 2013a.

MARTÍNEZ-PÉREZ, L. F. M.; LOZANO, D. L. P. La emergencia de las cuestiones sociocientíficas em el enfoque CTSA. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v.8, n.1, p. 23 – 35, 2013b.

MARTINS, B. S. T.; SILVA, M. P. **Abordagem de Questões Sociocientíficas na prática docente: análise de planos de aulas de jovens professores**. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis (SC), 2017.

MARTINS, L.; DIONOR, G. A.; CONRADO, D. M.; NUNES NETO, N. F. **Ensino baseado em Questões Sociocientíficas: uma revisão sistemática de propostas didáticas**. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Natal (RN), 2019.

MEHAN, H. **Learning lessons: social organization of the classroom**. 1st ed. Cambridge: Harvard University Press, 1979.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. **Meaning making in secondary Science classrooms**. 1st ed. Philadelphia: Open University Press, 2003.

MORTIMER, E. F.; MASSICAME, T.; BUTY, C.; TIBERGHIE, A. Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de Ciências. In: NARDI, R. **A pesquisa em ensino de ciência no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras, 2007.

NERY, B. K.; MALDANER, O. A. Formação continuada de professores de química na elaboração escrita de suas aulas a partir de um problema. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 1, p. 120 – 144, 2012.

- ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **O direito humano à água e ao saneamento**. Disponível em: [http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human\\_right\\_to\\_water\\_and\\_sanitation\\_milestones\\_por.pdf](http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_milestones_por.pdf). Acesso em: 19 de março de 2017.
- ONYON, C. Problem-based learning: a review of the educational and psychological theory. **The Clinical Teacher**, v. 9, n. 1, p. 22 – 26, 2012.
- PANSERA, F. C.; CARVALHO, L. M. O. **As Questões Sociocientíficas: um panorama da produção de teses e dissertações da área de Ensino de Ciências e Educação**. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis (SC), 2017.
- 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.
- PESTRE, D. Por uma nova história social e cultural das ciências: novas definições, novos objetos, novas abordagens. **Cadernos IG/Unicamp**, v. 6, n. 1, p. 3-56, 1996.
- PRAIA, J. F.; CACHAPUZ, A. F. C.; GIL-PÉREZ, D. Problema, teoria e observação em Ciência: para uma reorientação epistemológica da Educação em Ciência. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 1, p. 127 – 145, 2002.
- PRETI, D. **Análise de textos orais**. 4 ed. São Paulo: Humanitas Publicações FFLCH/USP, 1999.
- QUADROS, A. L. A água como tema gerador do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, n. 20, p. 26 – 31, 2004.
- RATCLIFFE, M.; GRACE, M. **Science Education for citizenship: teaching socio-scientific issues**. Philadelphia: Open University Press, 2003.
- SANTOS, P. G. F.; LOPES, N. C.; CARNIO, M. P.; CARVALHO, L. M. O.; CARVALHO, W. L. P. **A abordagem de questões sociocientíficas no Ensino de Ciências: uma compreensão de sequências didáticas propostas por pesquisas na área**. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Campinas (SP), 2011.
- SANTOS, W. L. P. Scientific literacy: a Freirean perspective as a radical view of humanistic Science Education. **Science Education**, v. 93, n. 2, p. 361 – 382, 2009.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise dos pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110 – 132, 2000.
- SCOTT, P. H.; MORTIMER, E. F.; AGUIAR, O. G. The tension between authoritative and dialogic discourse: a fundamental characteristic of meaning making interactions in High School Science lessons. **Science Education**, v. 90, n. 4, p. 605 – 631, 2006.
- SGARBOSA, E. C. **A comunicação multimodal e o planejamento de ensino na formação inicial de professores de química**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação,

Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo. São Paulo (SP), 2018.

SILVA, A. C. A. **A dialogia no ensino de Ciências: um estudo do desenvolvimento do discurso em sala de aula.** Tese de Doutorado. Faculdade de Educação. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), 2015.

SILVA, A. C. T. **Estratégias enunciativas em salas de aula de química: contrastando professores de estilos diferentes.** Tese de Doutorado. Faculdade de Educação. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte (MG), 2008.

SILVA, A. C. T.; MORTIMER, E. F. Caracterizando estratégias enunciativas em uma sala de aula de Química: aspectos teóricos e metodológicos em direção à configuração de um gênero do discurso. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 121 – 153, 2010.

SILVA, P. S.; MORTIMER, E. F. O projeto Água em Foco como uma proposta de formação no PIBID. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 4, p. 240 – 247, 2012.

SILVA-NETO, A. B. **Multimodalidade e produção de significados sobre representação estrutural química: aportes metodológicos para a análise gestual na sala de aula.** Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo. São Paulo (SP), 2016.

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

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

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

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

ZEIDLER, D. L.; KEEFER, M. The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in Science Education: philosophical, psychological and pedagogical considerations. In: ZEIDLER, D. L. (ed). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in Science Education.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 7 – 38, 2003.

ZEIDLER, D. L.; LEWIS, J. Unifying themes in moral reasoning on socioscientific issues and discourse. In: ZEIDLER, D. L. (ed). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in Science Education.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 289 – 306, 2003.

ZEIDLER, D. L., SADLER, T. D., SIMMONS, M. L.; HOWES, E. V. Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. **Science Education**, v. 89, n. 3, 357 – 377, 2005.

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

ZUIN, V. G.; IORIATTI, M. C. S.; MATHEUS, C. E. O emprego de parâmetros físicos e químicos para a avaliação da qualidade de águas naturais: uma proposta para a Educação Química e Ambiental na perspectiva CTSA. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 1, p. 3 – 8, 2009.

## Apêndices

### Apêndice A - Plano de Ensino da SD “Você sabe o que tem na água do córrego Pirajussara?”



### Sequência Didática

Você sabe o que tem na água do córrego Pirajussara?

#### ELABORAÇÃO:

Gabriel Saraiva Gomes  
 Profa. Aúrea  
 Prof. Dr. Marcelo Giordan

2018



#### SUMÁRIO

Público Alvo .....	6
Caracterização dos alunos: .....	6
Caracterização da escola: .....	6
Caracterização da comunidade escolar: .....	7
Problematização .....	7
Objetivo geral .....	8
Metodologia de Ensino – Solubilidade e Soluções (2ª EM) .....	8
Aula 1 - Problematização .....	8
Objetivos específicos: .....	8
Conteúdos: .....	9
Atividade 1: Proposição do projeto .....	9
Atividade 2: Sensibilização dos alunos .....	9
Atividade 3: Caracterização do córrego Pirajussara .....	10
Atividade 4: Amostragem da água do córrego Pirajussara .....	10
Atividade 5: Fechamento da aula 1 .....	11
Aula 2 – Parâmetros de qualidade de água .....	11
Objetivos específicos: .....	11
Conteúdos: .....	12
Atividade 1: Levantamento de ideias prévias sobre a qualidade da água .....	12
Atividade 2: Leitura e discussão de texto sobre os parâmetros de qualidade de água .....	12
Atividade 3: Análise dos parâmetros físicos .....	13
Atividade 4: Fechamento da aula 2 .....	13
Aula 3 – Solubilidade I: Princípio da solubilidade e análise da condutividade elétrica .....	14
Objetivos específicos: .....	14
Conteúdos: .....	14
Atividade 1: Colóquio da atividade experimental .....	14
Atividade 2: Experimento sobre solubilidade de compostos .....	15
Atividade 3: Formalização conceitual sobre o princípio da solubilidade e fechamento da aula 3 .....	15
Aula 4 – Solubilidade I: Modelos de solubilidade e soluções .....	16
Objetivos específicos: .....	16

Conteúdos:.....	16
Atividade 1: Retomada da atividade experimental.....	16
Atividade 2: Exploração de modelos de solubilidade de sólidos em água.....	17
Atividade 3: Formalização conceitual sobre modelos de solubilidade e soluções.....	17
Atividade 4: Exercícios e fechamento da aula 4.....	18
Aula 5 – Solubilidade II: Construção da Curva de Solubilidade de um Sal.....	18
Objetivos específicos:.....	18
Conteúdos:.....	18
Atividade 1: Construção da curva de solubilidade do nitrato de potássio.....	18
Atividade 2: Formalização conceitual sobre curvas de solubilidade e tipos de soluções.....	19
Aula 6 – Solubilidade II: Curvas de solubilidade e tipos de soluções.....	20
Objetivos específicos:.....	20
Conteúdos:.....	20
Atividade 1: Experimento de Preparo de Soluções.....	20
Atividade 2: Exercícios e fechamento da aula 6.....	20
Aula 7 – Solubilidade III: Equilíbrio de solubilidade.....	21
Objetivos específicos:.....	21
Conteúdos:.....	21
Atividade 1: Exploração do equilíbrio de solubilidade.....	21
Atividade 2: Formalização conceitual sobre equilíbrio de solubilidade.....	22
Atividade 3: Exercícios e fechamento da aula 7.....	22
Aula 8 – Solubilidade III: Concentração de soluções.....	23
Objetivos específicos:.....	23
Conteúdos:.....	23
Atividade 1: Formalização conceitual sobre concentração de soluções.....	23
Atividade 2: Exploração da concentração de soluções.....	23
Atividade 3: Exercícios e fechamento da aula 8.....	24
Aula 9 – Parâmetros químicos I: Análise da concentração de cloreto na água do córrego Pirajussara.....	25
Objetivos específicos:.....	25
Conteúdos:.....	25
Atividade 1: Colóquio da atividade experimental.....	25

3

Você sabe o que tem na água do córrego

Atividade 2: Determinação da concentração de cloreto nas amostras de água por titulação.....	25
Atividade 3: Discussão de resultados e fechamento da aula 9.....	26
Aula 10 – Parâmetros Químicos II: Análise do pH da água do córrego Pirajussara.....	27
Objetivos específicos:.....	27
Conteúdos:.....	27
Atividade 1: Exploração do pH de soluções.....	27
Atividade 2: Formalização conceitual sobre a teoria ácido-base de arrhenius e pH.....	27
Atividade 3: Determinação do pH das amostras de água.....	28
Atividade 4: Exercícios e fechamento da aula 10.....	28
Aula 11 – Parâmetros microbiológicos.....	29
Objetivos específicos:.....	29
Conteúdos:.....	29
Atividade 1: Estudo de caso sobre contaminação de água.....	29
Atividade 2: Determinação da concentração de oxigênio dissolvido nas amostras de água.....	30
Atividade 3: Fechamento da aula 11.....	30
Aula 12 – Solubilidade IV: Solubilidade de gases em água.....	31
Objetivos específicos:.....	31
Conteúdos:.....	31
Atividade 1: Retomada da atividade experimental.....	31
Atividade 2: Estudo da solubilidade de gases em água.....	32
Atividade 3: Formalização conceitual sobre a solubilidade de gases em água.....	32
Atividade 4: Exercícios e fechamento da aula 12.....	33
Aula 13 – Conclusão da análise da água do córrego pirajussara.....	33
Objetivos específicos:.....	33
Conteúdos:.....	33
Atividade 1: Reunião de resultados e discussão sobre a qualidade da água do córrego pirajussara.....	34
Aula 14 – Discussão final e encaminhamentos.....	34
Objetivos específicos:.....	34
Conteúdos:.....	34
Atividade 1: Leitura e síntese de notícias sobre o córrego Pirajussara.....	35

4

Você sabe o que tem na água do córrego

Atividade 2: Discussão sobre os impactos da urbanização sobre a qualidade da água do córrego Pirajussara.....	35
Atividade 3: Produção textual final e conclusão da sequência Didática.....	36
Avaliação.....	37
Referências Bibliográficas.....	37
Material utilizado.....	38

5

Você sabe o que tem na água do córrego

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### PÚBLICO ALVO

#### CARACTERIZAÇÃO DOS ALUNOS:

A sequência didática será desenvolvida em uma turma da 2ª série do Ensino Médio, que possui 32 alunos. Os alunos possuem, em média, 16 anos de idade, residem em Embu das Artes (84%), Cobia (13%) e Ilapocera da Serra (3%), e apenas uma pequena parte (19%) concilia estudo e trabalho. Para caracterizar a realidade das turmas, foi elaborado e aplicado um questionário com questões sobre acesso à Internet, preferência pela disciplina de Química e informações relativas ao acesso ao saneamento básico.

A primeira parte do questionário diz respeito à relação dos alunos com a Internet, se possui acesso, a forma de acesso e principais páginas acessadas. A grande maioria dos alunos (97%) possui acesso à Internet, sendo as principais formas smartphones (56%), computador (32%) e tablet (12%). As principais páginas que os alunos costumam acessar são páginas de entretenimento, redes sociais (36% cada), portais de estudo (11%) e portais de notícias (2%). Com relação às principais fontes que utilizam para buscar informações são a Internet (75%), a televisão (19%) e revistas (6%).

A segunda parte diz respeito à relação dos alunos com a disciplina de Química. Grande parte dos alunos (77%) relatou gostar da disciplina de Química, sendo que as atividades realizadas nas aulas que mais os agradam são os experimentos (80%), discussões, pesquisas e exercícios (8% cada). Quando perguntados sobre a relevância da disciplina de Química em seu contexto extraescolar, 88% julgam-na relevante, 3% não a consideram relevante e 9% responderam que a relevância vai de acordo com a profissão que se deseja seguir. As turmas também foram questionadas sobre seus planos posteriores à educação básica, sendo que 81% dos alunos já possuem planos ao fim do Ensino Médio, sendo os principais a continuidade dos estudos e a busca por emprego.

Com relação ao acesso aos processos de saneamento básico, as fontes de água consumida pelos alunos são a água distribuída pela Sabesp (87,5%) e poço artesiano (12,5%). Já em relação ao esgoto, a coleta pela Sabesp corresponde a 59%, 25% utilizam fossa séptica, e 16% não souberam responder ou possuem outros meios de coleta de esgoto. Com relação ao lixo, 56% dos alunos relataram que não existe coleta seletiva em seu bairro e 44% responderam afirmativamente. Tais dados são importantes para a organização das atividades da sequência, bem como para instruir os alunos que não possuem água encanada e coleta de esgoto a como tornar a água que consomem adequada à utilização.

#### CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA:

A sequência didática será aplicada na Escola Estadual Maria Auxiliadora, localizada à rua Padre João Álvares, 80, centro do município de Embu das Artes, cidade localizada à região oeste Grande São Paulo. A escola apresenta infraestrutura necessária para o desenvolvimento do projeto, contando com um total de 13 salas de aula e diversos ambientes auxiliares à aplicação da

6

Você sabe o que tem na água do córrego

seqüência, como laboratórios de Ciências e Informática e sala de leitura. O laboratório didático de Ciências conta com uma bancada frontal com pia, mesas e cadeiras como estações de trabalho dos alunos, uma lousa frontal, e vidrarias e reagentes diversos armazenados e organizados em uma sala anexa ao laboratório. O laboratório de Informática está equipado com 23 computadores com acesso à Internet e também apresenta uma lousa. A sala de leitura possui mesas e cadeiras para os alunos e dentre os materiais disponíveis há livros didáticos das disciplinas, livros de literatura em geral e revistas.

Há também na escola uma sala de vídeo equipada com televisão e aparelho de home theater, e um anfiteatro com 2 aparelhos de projeção e uma tela que podem ser deslocados para outros ambientes da escola. Como outras dependências podem ser citados o pátio e a quadra poliesportiva coberta, e da parte administrativa, a sala da direção, a sala da coordenação, a sala dos professores e a secretaria.

#### CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE ESCOLAR:

A E. E. Maria Auxiliadora está localizada na região central de Embu das Artes, região predominantemente comercial e que abriga alguns prédios administrativos do município. Próxima à escola passa a rodovia Régis Bittencourt (BR-116), que liga as cidades de São Paulo e Curitiba. Por esse motivo, vários dos alunos da escola são beneficiados com o serviço de transporte escolar para acessar o colégio, visto que, além das poucas residências no entorno da escola, muitos são provenientes de outros municípios como Cotia e Taboão da Serra.

#### PROBLEMATIZAÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU,2010), por uma resolução estabelecida na Assembleia Geral em julho de 2010, o direito humano ao acesso a água tratada e ao saneamento básico é universal. No Brasil, no mês de janeiro de 2007 foi promulgada a Lei do Saneamento Básico (BRASIL, 2007), a qual estabelece que a União e os Estados seriam responsáveis por fornecer recursos para que o acesso à água potável, o tratamento de esgotos e gerenciamento de resíduos sólidos fosse acessível à toda a população.

No entanto, dez anos após a Lei do Saneamento Básico ser aprovada, houve um aumento de somente 2,5%, aproximadamente, da população que recebe água tratada em seus lares, bem como um aumento de somente 8%, aproximadamente, da população que tem seu esgoto coletado. O objetivo do governo federal era, em 20 anos a partir da aprovação da lei, universalizar o saneamento básico do país, porém projeções recentes apontam que somente no ano de 2043 isso seria possível, no ritmo de trabalho atual.

O pouco investimento que se tem dado à questão do saneamento básico gerou, recentemente, problemas com relação ao uso da água e à saúde pública. Com relação ao primeiro, entre os anos de 2014 e 2015 as regiões Sudeste e Nordeste do país sofreram uma crise de abastecimento sendo criados sistemas de rodízio de distribuição de água, no qual certos locais chegavam a passar cerca de 48 horas sem abastecimento. Com relação ao segundo, entre os anos de 2015 e 2016 o país assistiu a uma epidemia de três doenças transmitidas pelo mosquito da espécie *Aedes aegypti* - dengue, febre

chikungunya e zika - ocasionando um elevado número de mortes e sequelas para os indivíduos acometidos por tais males.

Na região próxima à escola em que será desenvolvida a SD, nasce um córrego de importância para a região oeste da Grande São Paulo, o córrego Pirajussara, que inicia seu percurso pelo município de Embu das Artes, passando por Taboão da Serra, e terminando em São Paulo, onde desagua no Rio Pinheiros, próximo à Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira. Com a urbanização do município de Embu das Artes e ocupação das áreas próximas ao córrego, o Pirajussara acabou por receber o esgoto das moradias, além de suas margens abrigarem as mesmas, ocasionando problemas como assoreamento do solo e enchentes (BACCI et al., 2009) que acabam por prejudicar a população ao redor. Sendo assim, a discussão da questão do saneamento básico para os alunos da cidade faz-se extremamente necessária. Levantados tais pontos, entra em foco a conscientização da população quanto ao uso racional da água e o risco da poluição de suas fontes. Desta forma, como instituições importantes na transformação social, as escolas podem ser tomadas como espaços em que tais discussões podem ser levantadas e debatidas.

Com a aplicação desta SD pretende-se que os alunos entrem em contato com o ambiente do córrego Pirajussara e utilizem conceitos relacionados ao tema "Solubilidade e Soluções" (tais como coeficiente de solubilidade, solvatação de partículas e concentração) e de técnicas analíticas clássicas e instrumentais da Química como forma de avaliar a qualidade da água do córrego e discutir a questão do saneamento básico no país e em sua cidade.

#### OBJETIVO GERAL

Realizar a amostragem e a análise da qualidade da água do córrego Pirajussara com o intuito de avaliar sua potabilidade com base em uma aproximação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos adotados pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), bem como desenvolver o tema "Solubilidade e Soluções" de modo a fomentar as análises realizadas pelos alunos.

#### METODOLOGIA DE ENSINO – SOLUBILIDADE E SOLUÇÕES (2ª EM)

##### AULA 1 - PROBLEMATIZAÇÃO

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

**Aula a ser realizada no Laboratório de Ensino de Química da FE-USP.**

Apresentar a proposta de realização da seqüência didática;  
Levantar ideias dos alunos sobre a qualidade da água e o saneamento básico;  
Problematizar a questão do precário saneamento básico no Brasil;  
Conhecer o ambiente que será analisado, isto é, o córrego Pirajussara, nos seus aspectos geográficos e sociais;  
Realizar a amostragem da água do córrego.

#### CONTEÚDOS:

Conceituais: Qualidade de água, saneamento básico, aspectos geográficos e sociais do córrego Pirajussara.  
Procedimentais: Técnica de amostragem de água.  
Atitudinais: Capacidade de argumentação, sensibilização quanto a problemas ambientais.

#### ATIVIDADE 1: PROPOSIÇÃO DO PROJETO

##### TEMPO:

5 minutos.

##### ABORDAGEM COMUNICATIVA:

Não-interativa, de autoridade.

##### PROPÓSITO:

Apresentar à turma o tema da seqüência didática e os conteúdos a serem desenvolvidos ao longo do projeto.

##### CONTEXTO:

###### MENTAL

Qualidade de água, saneamento básico, vivência dos alunos com o córrego.

###### SITUACIONAL

Apresentação da SD.

##### MATERIAIS DE APOIO:

Apresentação de slides.

##### DESCRIÇÃO:

Previamente a aplicação da seqüência didática, os alunos serão divididos em grupos de acordo com a dimensão da turma e serão orientados a manterem o grupo até o final do projeto. A SD terá início com a professora apresentando o seu tema, isto é, a análise da qualidade do córrego Pirajussara, e qual será o conteúdo químico a ser estudado, a saber, solubilidade e soluções.

#### ATIVIDADE 2: SENSIBILIZAÇÃO DOS ALUNOS

##### TEMPO:

10 minutos.

##### ABORDAGEM COMUNICATIVA:

Interativa, dialógica.

##### PROPÓSITO:

Questionar aos alunos quais são os aspectos de uma fonte de água utilizável e introduzir a questão do saneamento básico no Brasil.

##### CONTEXTO:

###### MENTAL

Qualidade de água.

###### SITUACIONAL

Discussão sobre o uso da água.

##### MATERIAIS DE APOIO:

Apresentação de slides.

##### DESCRIÇÃO:

Será mostrada aos alunos uma seqüência de imagens dos diversos usos possíveis para a água como consumo, atividades desportivas, turismo e lazer, e higiene pessoal, e uma seqüência de imagens de fontes de água poluídas como os rios Tietê e Pinheiros e o córrego Pirajussara. Os alunos serão questionados sobre quais atividades eles realizariam em tais fontes de água e sua justificativa. Por fim, a professora apresentará alguns dados sobre o saneamento básico no Brasil e como eles se relacionam com a poluição das fontes de água.

#### ATIVIDADE 3: CARACTERIZAÇÃO DO CÓRREGO PIRAJUSSARA

##### TEMPO:

10 minutos.

##### ABORDAGEM COMUNICATIVA:

Não-interativa, de autoridade.

##### PROPÓSITO:

Caracterizar o ambiente do córrego Pirajussara nos seus aspectos geográficos (isto é, área da bacia e trajeto do córrego) e sociais (isto é, a ocupação da população ao seu redor).

##### CONTEXTO:

###### MENTAL

Caracterização do córrego Pirajussara.

###### SITUACIONAL

Exposição oral sobre as características do córrego Pirajussara.

##### MATERIAIS DE APOIO:

Apresentação de slides.

##### DESCRIÇÃO:

Dando prosseguimento à noção do saneamento básico, serão apresentados aos alunos alguns dados sobre o córrego Pirajussara como sua localização, o trajeto do córrego e a ocupação populacional que existe em seu entorno.

#### ATIVIDADE 4: AMOSTRAGEM DA ÁGUA DO CÓRREGO PIRAJUSSARA

##### TEMPO:

30 minutos.

##### ABORDAGEM COMUNICATIVA:

Interativa, dialógica; Não-interativa, de autoridade.

##### PROPÓSITO:

Coletar amostras de água do córrego Pirajussara para posterior análise.

##### CONTEXTO:

###### MENTAL

Ambiente do córrego Pirajussara e amostragem de água.

###### SITUACIONAL

[ Observação do ambiente do córrego e amostragem de água. ]

**MATERIAIS DE APOIO:**

[ Apareto de coleta de água. ]

**DESCRIÇÃO:**

[ Os alunos serão convidados a vestirem seu equipamento de proteção e se dirigirem ao ambiente do córrego Pirajussara conduzidos pela professora. Ao chegar no córrego, a professora questionará aos alunos sobre as características físicas do ambiente, isto é, a cor da água, a quantidade de lixo, presença de vegetação, o odor, dentre outros. Feita a caracterização visual do córrego, ela explicará aos alunos como será realizada a amostragem de água por meio de uma garrafa PET e um barbante e solicitará que alguns alunos auxiliem-na na coleta. Após a coleta, será distribuída a cada grupo uma quantidade da amostra que será analisada ao longo da SD. ]

**ATIVIDADE 5: FECHAMENTO DA AULA 1**

**TEMPO:**

[ 5 minutos. ]

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**

[ Não-interativa, de autoridade. ]

**PROPÓSITO:**

[ Concluir a primeira aula e fazer encaminhamentos para a segunda aula. ]

**CONTEXTO:**

MENTAL  
[ Atividades realizadas na aula 1. ]

SITUACIONAL

[ Conclusão da aula. ]

**MATERIAIS DE APOIO:**

[ - ]

**DESCRIÇÃO:**

[ Para a conclusão, a professora retomará as atividades que foram realizadas na aula e apresentará os temas que serão desenvolvidos na próxima aula. ]

**AULA 2 – PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA**

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

[ Aula a ser realizada no Laboratório de Ensino de Química da FE-USP

Levantar as ideias prévias da turma sobre qualidade de água;

Apresentar e discutir quais são os parâmetros de qualidade adotados pelo Ministério da Saúde;

Realizar a análise dos parâmetros físicos de qualidade da água. ]

**CONTEÚDOS:**

[ Conceituais: Parâmetros de qualidade de água. ]

Procedimentais: Leitura e interpretação de textos, manipulação de amostras, análises visuais e uso de termômetros.  
Atitudinais: Capacidade de argumentação, boas práticas de laboratório. ]

**ATIVIDADE 1: LEVANTAMENTO DE IDEIAS PRÉVIAS SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA**

**TEMPO:**

[ 5 minutos. ]

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**

[ Interativa, dialógica. ]

**PROPÓSITO:**

[ Levantar quais são os parâmetros de qualidade que a turma julga relevantes para uma amostra de água. ]

**CONTEXTO:**

MENTAL

[ Parâmetros de qualidade de água. ]

SITUACIONAL

[ Discussão sobre os parâmetros de qualidade de água. ]

**MATERIAIS DE APOIO:**

[ Apostila dos alunos. ]

**DESCRIÇÃO:**

[ Ao início da segunda aula, a professora retomará o tema da SD, isto é, análise da qualidade de água, e perguntará aos alunos quais eles julgam ser os parâmetros que definem a qualidade de uma amostra de água. ]

**ATIVIDADE 2: LEITURA E DISCUSSÃO DE TEXTO SOBRE OS PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA**

**TEMPO:**

[ 20 minutos. ]

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**

[ Não-interativa, dialógica; Interativa, de autoridade. ]

**PROPÓSITO:**

[ Apresentar à turma o significado da potabilidade de uma amostra de água e os parâmetros de qualidade adotados pelo Ministério da Saúde para definir a potabilidade. ]

**CONTEXTO:**

MENTAL

[ Potabilidade de água, parâmetros de qualidade de água. ]

SITUACIONAL

[ Leitura e discussão sobre os parâmetros de qualidade de água. ]

**MATERIAIS DE APOIO:**

[ Texto disponibilizado na apostila dos alunos. ]

**DESCRIÇÃO:**

[ Ao início da atividade, a professora revozeará os parâmetros citados pelos alunos como forma de enumerá-los e convidará a turma a conhecer os parâmetros oficiais a partir da leitura de um texto. A seguir, será feita a leitura de um texto na forma de jogral, sendo que cada aluno se voluntariará a ler um parágrafo. Neste texto, será apresentada a noção de potabilidade da água, o controle da potabilidade pelos órgãos brasileiros e os parâmetros de qualidade oficiais. A cada parágrafo a professora sintetizará as ideias e solicitará que os alunos discutam ou levantem eventuais dúvidas. ]

**ATIVIDADE 3: ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICOS**

**TEMPO:**

[ 15 minutos. ]

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**

[ Não-interativa, de autoridade; Interativa, de autoridade. ]

**PROPÓSITO:**

[ Realizar a análise dos parâmetros físicos que definem a qualidade da água, a saber, cor, turbidez e temperatura. ]

**CONTEXTO:**

MENTAL  
[ Parâmetros físicos de qualidade de água. ]

SITUACIONAL

[ Experimento de análise dos parâmetros físicos. ]

**MATERIAIS DE APOIO:**

[ Vidrinas, termômetro, ficha de caracterização. ]

**DESCRIÇÃO:**

[ Após conhecer os parâmetros, a turma determinará os parâmetros físicos das amostras de água por observação visual (no caso de cor e turbidez) e por medição com termômetro (no caso da temperatura). A professora explicará como será feita a determinação e instruirá a turma a preencher os espaços referentes aos parâmetros na ficha de caracterização anexa ao final da apostila dos alunos. Por fim, os grupos realizarão a determinação dos parâmetros para sua amostra de água. ]

**ATIVIDADE 4: FECHAMENTO DA AULA 2**

**TEMPO:**

[ 10 minutos. ]

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**

[ Interativa, de autoridade; Não-interativa, de autoridade. ]

**PROPÓSITO:**

[ Discutir os resultados da análise dos parâmetros físicos, retomar as atividades de segunda aula e dar encaminhamentos para a próxima aula. ]

**CONTEXTO:**

MENTAL

[ Atividades realizadas na aula 2. ]

SITUACIONAL

[ Conclusão da aula. ]

**MATERIAIS DE APOIO:**

[ Ficha de caracterização. ]

**DESCRIÇÃO:**

[ A professora questionará aos alunos sobre os resultados de sua análise e os mesmos serão discutidos. Então, explicará aos alunos sobre a formulação de perguntas que serão realizadas ao final de cada aula, a partir da aula 3. Para concluir, as atividades da segunda aula serão retomadas e a professora apresentará o tema da próxima aula. ]

**AULA 3 – SOLUBILIDADE I: PRINCÍPIO DA SOLUBILIDADE E ANÁLISE DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA**

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

[ Realizar um experimento para estudo da solubilidade de substâncias em água;

Determinar a condutividade elétrica das amostras de água;

Apresentar o princípio da solubilidade. ]

**CONTEÚDOS:**

[ Conceituais: Parâmetros químicos de qualidade de água, solubilidade de substâncias, condutividade elétrica.

Procedimentais: Determinação da solubilidade de substâncias, análise da condutividade elétrica de soluções.

Atitudinais: Boas práticas de laboratório. ]

**ATIVIDADE 1: COLÓQUIO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL**

**TEMPO:**

[ 10 minutos. ]

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**

[ Não-interativa, de autoridade. ]

**PROPÓSITO:**

[ Apresentar o conteúdo químico a ser estudado na SD e fornecer instruções para o experimento didático seguinte. ]

**CONTEXTO:**

MENTAL

[ Solubilidade e soluções. ]

SITUACIONAL

[ Exposição oral para fornecer instruções sobre o experimento. ]

**MATERIAIS DE APOIO:**

[ Apresentação de slides, roteiro do experimento. ]

**DESCRIÇÃO:**



Ao início da terceira aula, a professora retomará a ideia dos parâmetros químicos de qualidade da água e explicará que tais parâmetros são determinados com base nas substâncias que estão dissolvidas em água. Neste momento, além de introduzir o tema químico de estudo da SD, a professora explicará que os alunos farão um experimento para entender o conceito de solubilidade e dará as instruções para a realização do experimento.

#### ATIVIDADE 2: EXPERIMENTO SOBRE SOLUBILIDADE DE COMPOSTOS

##### TEMPO:

20 minutos.

##### ABORDAGEM COMUNICATIVA:

Interativa, de autoridade.

##### PROPÓSITO:

Estudar a solubilidade de diferentes substâncias em água e determinar a condutividade elétrica de soluções aquosas e das amostras coletadas.

##### CONTEXTO:

###### MENTAL

Solubilidade e soluções.

###### SITUACIONAL

Experimento para determinar a solubilidade de substâncias e a condutividade de soluções aquosas.

##### MATERIAIS DE APOIO:

Vidrarias e reagentes, roteiro do experimento, ficha de caracterização.

##### DESCRIÇÃO:

Os alunos em seus grupos realizarão um experimento para determinar a solubilidade de alguns materiais em água. Para tanto, o experimento será dividido em duas partes. Na primeira, os alunos estudarão a solubilidade do cloreto de sódio (NaCl), da sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) e do óleo de soja em água. Na segunda, determinarão a condutividade elétrica de soluções aquosas de cloreto de sódio e de sacarose e da sua amostra de água do córrego.

#### ATIVIDADE 3: FORMALIZAÇÃO CONCEITUAL SOBRE O PRINCÍPIO DA SOLUBILIDADE E FECHAMENTO DA AULA 3

##### TEMPO:

20 minutos.

##### ABORDAGEM COMUNICATIVA:

Interativa, de autoridade; Não-interativa, de autoridade.

##### PROPÓSITO:

Discutir os resultados do experimento, formalizar o princípio da solubilidade das substâncias e concluir a terceira aula da SD.

##### CONTEXTO:

###### MENTAL

Polaridade de compostos, solubilidade, atividades realizadas na aula 3.

###### SITUACIONAL

15

Você sabe o que tem na água do córrego



Formalização conceitual sobre princípio da solubilidade.

##### MATERIAIS DE APOIO:

Resultados do experimento, apresentação de slides.

##### DESCRIÇÃO:

Após o experimento, a professora perguntará à turma os resultados encontrados e fará sua sistematização, perguntando aos alunos se eles conseguem explicar os resultados obtidos. Após a sistematização, apresentará o princípio da solubilidade, isto é, somente substâncias de mesma polaridade conseguem interagir e formar soluções, com base nas estruturas químicas de cada uma das substâncias estudadas. Para concluir a aula, a professora retomará as atividades realizadas na aula e apresentará o tema da próxima aula.

#### AULA 4 – SOLUBILIDADE I: MODELOS DE SOLUBILIDADE E SOLUÇÕES

##### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Estudar o comportamento das substâncias iônicas e moleculares quando solubilizadas em água; Apresentar os modelos de solubilidade e a formação de soluções.

##### CONTEÚDOS:

Conceituais: Compostos iônicos e moleculares, condutividade elétrica, soluções, soluto e solvente. Procedimentais: Manipulação de softwares.

#### ATIVIDADE 1: RETOMADA DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

##### TEMPO:

5 minutos.

##### ABORDAGEM COMUNICATIVA:

Não-interativa, de autoridade.

##### PROPÓSITO:

Apresentar o tema da quarta aula e retomar o experimento de determinação da condutividade.

##### CONTEXTO:

###### MENTAL

Condutividade elétrica, solubilidade e soluções.

###### SITUACIONAL

Exposição oral de revisão do experimento realizado na aula anterior.

##### MATERIAIS DE APOIO:

-

##### DESCRIÇÃO:

A aula será iniciada com a apresentação de tema que é o estudo dos modelos de solubilidade para compostos iônicos e moleculares e a professora retomará os resultados da análise da condutividade elétrica das soluções de cloreto de sódio e água.

16

Você sabe o que tem na água do córrego



#### ATIVIDADE 2: EXPLORAÇÃO DE MODELOS DE SOLUBILIDADE DE SÓLIDOS EM ÁGUA

##### TEMPO:

15 minutos.

##### ABORDAGEM COMUNICATIVA:

Interativa, de autoridade.

##### PROPÓSITO:

Promover o entendimento do processo de solubilização a nível submicroscópico e sua influência na condutividade elétrica.

##### CONTEXTO:

###### MENTAL

Condutividade elétrica, solubilidade.

###### SITUACIONAL

Exploração de simulação digital sobre modelos de solubilidade em água.

##### MATERIAIS DE APOIO:

Simulação digital sobre condutividade elétrica.

##### DESCRIÇÃO:

Para que os alunos entendam o processo de solubilização a nível submicroscópico, as duplas manipularão uma simulação sobre condutividade elétrica seguindo um roteiro guiado na apostila dos alunos. A professora propõe a exploração da simulação e solicitará que os alunos sigam o roteiro presente em sua apostila.

#### ATIVIDADE 3: FORMALIZAÇÃO CONCEITUAL SOBRE MODELOS DE SOLUBILIDADE E SOLUÇÕES

##### TEMPO:

20 minutos.

##### ABORDAGEM COMUNICATIVA:

Interativa, de autoridade; Não-interativa, de autoridade.

##### PROPÓSITO:

Apresentar os modelos de solubilidade para compostos iônicos e moleculares e estudar a formação de soluções.

##### CONTEXTO:

###### MENTAL

Solubilidade e soluções.

###### SITUACIONAL

Formalização conceitual sobre modelos de solubilidade.

##### MATERIAIS DE APOIO:

Apresentação de slides, animações sobre solubilidade.

##### DESCRIÇÃO:

Após a exploração da simulação, a professora perguntará aos alunos os resultados obtidos e então apresentará, com base em animações, os modelos de solubilidade do cloreto de sódio e da glicose, justificando a condutividade

elétrica das soluções. Para finalizar, apresentará o conceito de solução e de seus componentes, soluto e solvente.

#### ATIVIDADE 4: EXERCÍCIOS E FECHAMENTO DA AULA 4

##### TEMPO:

10 minutos.

##### ABORDAGEM COMUNICATIVA:

Não-interativa, de autoridade; Interativa, de autoridade.

##### PROPÓSITO:

Propor um exercício para avaliar os conceitos de solubilidade e soluções e concluir a quarta aula.

##### CONTEXTO:

###### MENTAL

Solubilidade e soluções, atividades realizadas na aula 4.

###### SITUACIONAL

Conclusão da aula e realização de exercícios.

##### MATERIAIS DE APOIO:

Apostila dos alunos.

##### DESCRIÇÃO:

A professora propõe a realização de um exercício rápido que envolve os conceitos trabalhados a partir do princípio e modelos de solubilidade. O exercício será entregue ao final da aula. Por fim, a professora retomará as atividades realizadas na quarta aula e apresentará o tema da próxima aula.

#### AULA 5 – SOLUBILIDADE II: CONSTRUÇÃO DA CURVA DE SOLUBILIDADE DE UM SAL

##### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Construir a curva de solubilidade do nitrato de potássio ( $KNO_3$ ) em água; Apresentar a forma de trabalho com as curvas de solubilidade; Apresentar os tipos de soluções (insaturada, saturada, saturada com corpo de fundo, e supersaturada) e sua relação com a curva de solubilidade.

##### CONTEÚDOS:

Conceituais: Solubilidade e soluções, coeficiente de solubilidade, curva de solubilidade. Procedimentais: Interpretação de tabelas, construção de gráficos.

#### ATIVIDADE 1: CONSTRUÇÃO DA CURVA DE SOLUBILIDADE DO NITRATO DE POTÁSSIO

##### TEMPO:

30 minutos.

##### ABORDAGEM COMUNICATIVA:

Interativa, de autoridade.

17

Você sabe o que tem na água do córrego



18

Você sabe o que tem na água do córrego

**PROPÓSITO:**

Construir a curva de solubilidade do **nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>)** em água a partir de dados disponibilizados na apostila dos alunos.

**CONTEXTO:****MENTAL**

Coefficiente de solubilidade.

**SITUACIONAL**

Construção da curva de solubilidade de um sal.

**MATERIAIS DE APOIO:**

Tabela com dados de solubilidade, papel milimetrado.

**DESCRIÇÃO:**

Os alunos reunidos em seus grupos construirão a curva de solubilidade do **nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>)** em água a partir de uma tabela com os valores de solubilidade do sal em diferentes temperaturas.

**ATIVIDADE 2: FORMALIZAÇÃO CONCEITUAL SOBRE CURVAS DE SOLUBILIDADE E TIPOS DE SOLUÇÕES****TEMPO:**

30 minutos.

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**

Interativa, de autoridade; Não-interativa, de autoridade.

**PROPÓSITO:**

Apresentar a forma de trabalho com as curvas de solubilidade e definir os tipos de soluções (insaturada, saturada, saturada com corpo de fundo, e supersaturada) e a sua relação com a curva de solubilidade.

**CONTEXTO:****MENTAL**

Solubilidade e soluções, gráfico construído na atividade anterior.

**SITUACIONAL**

Formalização conceitual sobre curvas de solubilidade e tipos de soluções.

**MATERIAIS DE APOIO:**

Tela de projeção, apresentação de slides.

**DESCRIÇÃO:**

A partir do gráfico construído na atividade anterior, a professora definirá de forma mais detalhada o conceito de curva de solubilidade e a forma de trabalho com o gráfico e também os tipos de soluções (insaturada, saturada, saturada com corpo de fundo, e supersaturada) e como essa classificação é observada a partir da curva de solubilidade.

**AULA 6 – SOLUBILIDADE II: CURVAS DE SOLUBILIDADE E TIPOS DE SOLUÇÕES****OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Preparar soluções saturadas, insaturadas e saturadas com corpo de fundo a partir da curva de solubilidade do **nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>)**.

**CONTEÚDOS:**

Conceituais: Solubilidade e soluções, curva de solubilidade, tipos de soluções. Procedimentais: Preparo de soluções. Atitudinais: Boas práticas de laboratório.

**ATIVIDADE 1: EXPERIMENTO DE PREPARO DE SOLUÇÕES****TEMPO:**

30 minutos.

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**

Interativa, de autoridade.

**PROPÓSITO:**

Preparar os diferentes tipos de soluções para o **nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>)** com base na curva de solubilidade do sal.

**CONTEXTO:****MENTAL**

Curva de solubilidade do **nitrato de potássio**.

**SITUACIONAL**

Experimento de preparo de diferentes tipos de soluções.

**MATERIAIS DE APOIO:**

Vidrarias e reagentes, roteiro do experimento.

**DESCRIÇÃO:**

Os alunos, com base na curva de solubilidade obtida para o **nitrato de potássio** na aula anterior, deverão preparar uma solução saturada do sal a partir da medição da temperatura do laboratório e, então, por meio de resfriamento e aquecimento, observar a formação de outros tipos de solução.

**ATIVIDADE 2: EXERCÍCIOS E FECHAMENTO DA AULA 6****TEMPO:**

10 minutos.

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**

Não-interativa, de autoridade; Interativa, de autoridade.

**PROPÓSITO:**

Propor um exercício para avaliar os conceitos de curvas de solubilidade e tipos de soluções e concluir a sexta aula.

**CONTEXTO:****MENTAL**

Curvas de solubilidade, tipos de soluções, atividades realizadas na aula 6.

**SITUACIONAL**

Conclusão da aula e realização de exercícios.

**MATERIAIS DE APOIO:**

Apostila dos alunos.

**DESCRIÇÃO:**

A professora propará a realização de um exercício rápido que envolve os conceitos trabalhados a partir das curvas de solubilidade e tipos de soluções. O exercício será entregue ao final da aula. Por fim, a professora retomará as atividades realizadas na sexta aula e apresentará o tema da próxima aula.

**AULA 7 – SOLUBILIDADE III: EQUILÍBRIO DE SOLUBILIDADE****OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Explorar, a nível submicroscópico, a interação das partículas quando da formação de corpo de fundo em soluções acima da saturação; Apresentar o conceito de equilíbrio de solubilidade.

**CONTEÚDOS:**

Conceituais: Solubilidade e soluções, equilíbrio de solubilidade, produto de solubilidade. Procedimentais: Manipulação de softwares.

**ATIVIDADE 1: EXPLORAÇÃO DO EQUILÍBRIO DE SOLUBILIDADE****TEMPO:**

20 minutos.

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**

Não-interativa, de autoridade; Interativa, de autoridade.

**PROPÓSITO:**

Visualizar, a nível submicroscópico, o equilíbrio que se estabelece entre as partículas em solução e as partículas no cristal, quando o soluto está presente em uma solução saturada com corpo de fundo.

**CONTEXTO:****MENTAL**

Solução saturada com corpo de fundo, modelo de solubilidade de sais.

**SITUACIONAL**

Exploração de simulação digital sobre equilíbrio de solubilidade.

**MATERIAIS DE APOIO:**

Simulação de solubilidade de sais.

**DESCRIÇÃO:**

Ao início da aula, a professora apresentará o tema da mesma, que é o estudo do equilíbrio de solubilidade dos sais em água. Então, propará a exploração da simulação e solicitará que os alunos sigam o roteiro presente em sua apostila.

**ATIVIDADE 2: FORMALIZAÇÃO CONCEITUAL SOBRE EQUILÍBRIO DE SOLUBILIDADE****TEMPO:**

20 minutos.

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**

Interativa, de autoridade; Não-interativa, de autoridade.

**PROPÓSITO:**

Discutir os resultados obtidos pelos alunos na exploração da simulação e apresentar o conceito de equilíbrio de solubilidade.

**CONTEXTO:****MENTAL**

Observações a partir da simulação digital da atividade anterior, modelo de solubilidade de sais.

**SITUACIONAL**

Formalização conceitual sobre equilíbrio de solubilidade.

**MATERIAIS DE APOIO:**

Simulação de solubilidade de sais, apresentação de slides.

**DESCRIÇÃO:**

Ao início da atividade, a professora questionará aos alunos quanto às suas observações na exploração da simulação e discutirá com a turma. Então, fará o percurso da simulação novamente com os alunos, retomando a ideia do modelo de solubilidade de sais até atingir a saturação. Observado o início da formação do sólido, a professora apresentará o conceito de estado de equilíbrio químico e prosseguirá com a observação da concentração constante de partículas em solução após atingido o equilíbrio. Por fim, apresentará a forma de representação simbólica do estado de equilíbrio.

**ATIVIDADE 3: EXERCÍCIOS E FECHAMENTO DA AULA 7****TEMPO:**

10 minutos.

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**

Não-interativa, de autoridade; Interativa, de autoridade.

**PROPÓSITO:**

Propor um exercício para avaliar o conceito de equilíbrio de solubilidade e concluir a sétima aula.

**CONTEXTO:****MENTAL**

Equilíbrio de solubilidade, atividades realizadas na aula 7.

**SITUACIONAL**

Conclusão da aula e realização de exercícios.

**MATERIAIS DE APOIO:**

Apostila dos alunos.

**DESCRIÇÃO:**

USSP FEUSP LAPEQ Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas

A professora proporá a realização de um exercício rápido que envolve os conceitos trabalhados a partir do equilíbrio de solubilidade. O exercício será entregue ao final da aula. Por fim, a professora retomará as atividades realizadas na sétima aula e apresentará o tema da próxima aula.

**AULA 8 – SOLUBILIDADE III: CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÕES**

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Apresentar o conceito de concentração de solução;  
Manipular, por meio de uma simulação digital, os fatores envolvidos na concentração de soluções;  
Retomar conceitos relacionados aos tipos de soluções.

**CONTEÚDOS:**

Conceituais: Concentração de soluções.  
Procedimentais: Manipulação de softwares.

**ATIVIDADE 1: FORMALIZAÇÃO CONCEITUAL SOBRE CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÕES**

**TEMPO:**  
20 minutos.

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**  
Não-interativa, de autoridade.

**PROPÓSITO:**  
Apresentar o conceito de concentração de soluções e os fatores que a influenciam.

**CONTEXTO:**  
MENTAL  
Solubilidade e soluções.  
SITUACIONAL  
Formalização conceitual sobre concentração de soluções aquosas.

**MATERIAIS DE APOIO:**  
Apresentação de slides.

**DESCRIÇÃO:**  
Ao início da aula, a professora explicará aos alunos que a partir dos modelos de solubilidade surge o conceito de concentração de uma solução que está relacionado à proporção que existe entre a quantidade de soluto que está solubilizado e a solução. Serão apresentados os conceitos de concentração comum (medida em unidades de massa por volume) e concentração molar ou molaridade (medida em unidades de quantidade de matéria por volume) bem como quais são os fatores que influenciam a concentração das soluções.

**ATIVIDADE 2: EXPLORAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÕES**

**TEMPO:**

23

Você sabe o que tem na água do córrego

USSP FEUSP LAPEQ Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas

20 minutos.

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**  
Interativa, de autoridade.

**PROPÓSITO:**  
Manipular os fatores que influenciam na concentração de soluções e relacionar o conceito de concentração com os tipos de soluções.

**CONTEXTO:**  
MENTAL  
Concentração de soluções, tipos de soluções.  
SITUACIONAL  
Exploração de simulação digital sobre concentração de soluções.

**MATERIAIS DE APOIO:**  
Simulação digital da concentração molar de soluções de sais.

**DESCRIÇÃO:**  
Para estudar os fatores que influenciam a concentração de soluções e verificá-los, os alunos manipularão uma solução aquosa de **nitrito de cobalto (Co(NO<sub>2</sub>))** em uma simulação sobre a concentração molar. A professora proporá a exploração da simulação e solicitará que os alunos sigam o roteiro presente em sua apostila. Ao final da exploração, a professora questionará aos alunos quais foram os resultados obtidos e sua relação com os conceitos apresentados ao início da aula.

**ATIVIDADE 3: EXERCÍCIOS E FECHAMENTO DA AULA 8**

**TEMPO:**  
10 minutos.

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**  
Não-interativa, de autoridade; Interativa, de autoridade.

**PROPÓSITO:**  
Propor um exercício para avaliar o conceito de concentração de soluções e concluir a oitava aula.

**CONTEXTO:**  
MENTAL  
Concentração de soluções, atividades realizadas na aula 8.  
SITUACIONAL  
Conclusão da aula e realização de exercícios.

**MATERIAIS DE APOIO:**  
Apostila dos alunos.

**DESCRIÇÃO:**  
A professora proporá a realização de um exercício rápido que envolve os conceitos trabalhados a partir da concentração de soluções. O exercício será entregue ao final da aula. Por fim, a professora retomará as atividades realizadas na oitava aula e apresentará o tema da próxima aula.

24

Você sabe o que tem na água do córrego

USSP FEUSP LAPEQ Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas

**AULA 9 – PARÂMETROS QUÍMICOS I: ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE CLORETO NA ÁGUA DO CÓRREGO PIRAJUSSARA**

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Determinar a concentração do ion cloreto (Cl<sup>-</sup>) nas amostras de água do córrego Pirajussara pelo método de Mohr;  
Efetuar cálculos envolvendo estequiometria e concentração de soluções.

**CONTEÚDOS:**

Conceituais: Solubilidade de sais, concentração de soluções, cálculos estequiométricos.  
Procedimentais: Execução de titulação, efetuação de cálculos químicos.  
Atitudinais: Boas práticas de laboratório.

**ATIVIDADE 1: COLÓQUIO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL**

**TEMPO:**  
10 minutos.

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**  
Não-interativa, de autoridade.

**PROPÓSITO:**  
Apresentar a proposta da aula, revisar os parâmetros químicos de qualidade da água e fornecer instruções para o experimento seguinte.

**CONTEXTO:**  
MENTAL  
Parâmetros químicos de qualidade de água.  
SITUACIONAL  
Exposição oral para fornecer instruções sobre o experimento.

**MATERIAIS DE APOIO:**  
Apresentação de slides, roteiro do experimento.

**DESCRIÇÃO:**  
Ao início da aula, a professora fará uma breve revisão de quais são os parâmetros químicos que definem a qualidade de água e proporá a determinação da concentração do **ion cloreto (Cl<sup>-</sup>)** por titulação. Então, fornecerá as instruções para a execução do experimento.

**ATIVIDADE 2: DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CLORETO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA POR TITULAÇÃO**

**TEMPO:**  
25 minutos.

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**  
Interativa, de autoridade.

**PROPÓSITO:**

25

Você sabe o que tem na água do córrego

USSP FEUSP LAPEQ Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas

Realizar a determinação da concentração do ion cloreto nas amostras de água pelo método de Mohr.

**CONTEXTO:**  
MENTAL  
Instruções fornecidas no colóquio do experimento.  
SITUACIONAL  
Experimento para determinar a concentração de cloreto na amostra de água.

**MATERIAIS DE APOIO:**  
Vidrarias e reagentes, roteiro do experimento.

**DESCRIÇÃO:**  
Os alunos em seus grupos realizarão a determinação da concentração do **ion cloreto (Cl<sup>-</sup>)** nas amostras de água via método de Mohr, que consiste em titular o cloreto livre da solução com uma solução de **nitrito de prata (AgNO<sub>3</sub>)** de concentração conhecida na presença de solução 5% de  **cromato de potássio (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>)** como indicador. A viragem é observada quando a coloração da solução é alterada de amarelado límpido para alaranjado leitoso. Os alunos deverão registrar o volume de solução de nitrito de prata gasto para atingir o ponto de equivalência.

**ATIVIDADE 3: DISCUSSÃO DE RESULTADOS E FECHAMENTO DA AULA 9**

**TEMPO:**  
15 minutos.

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**  
Interativa, de autoridade; Não-interativa, de autoridade.

**PROPÓSITO:**  
Efetuar o cálculo para determinação da concentração de ion cloreto nas amostras e concluir a nona aula.

**CONTEXTO:**  
MENTAL  
Resultados obtidos no experimento, atividades realizadas na aula 9.  
SITUACIONAL  
Discussão dos resultados obtidos no experimento realizado na atividade anterior.

**MATERIAIS DE APOIO:**  
Louça e giz, roteiro do experimento, ficha de caracterização.

**DESCRIÇÃO:**  
A professora solicitará que cada grupo lhe diga qual foi o volume obtido na titulação realizada e fará uma média para explicar os cálculos que serão realizados, no entanto, salientará que cada grupo deverá executar os cálculos para a sua amostra. Em posse do volume da titulação, do volume de amostra e da concentração da solução de nitrito de prata, a professora realizará junto aos alunos o cálculo da concentração de ion cloreto na amostra e discutirá o valor obtido de acordo com o padrão encontrado na ficha de caracterização. Para concluir a aula, a professora retomará as atividades realizadas na nona aula e irá apresentar o tema da próxima aula.

26

Você sabe o que tem na água do córrego

#### AULA 10 – PARÂMETROS QUÍMICOS II: ANÁLISE DO PH DA ÁGUA DO CÓRREGO PIRAJUSSARA

##### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Apresentar a teoria ácido-base de Arrhenius e a escala de pH;  
Determinar o pH das amostras de água do córrego Pirajussara.

##### CONTEÚDOS:

Conceituais: ácidos e bases segundo Arrhenius, pH.  
Procedimentais: Manipulação de software, determinação de pH de soluções aquosas.  
Atitudinais: Boas práticas de laboratório.

##### ATIVIDADE 1: EXPLORAÇÃO DO PH DE SOLUÇÕES

##### TEMPO:

15 minutos.

##### ABORDAGEM COMUNICATIVA:

Não-interativa, de autoridade; Interativa, de autoridade.

##### PROPÓSITO:

Realizar a exploração prévia de conceitos relacionados à teoria ácido-base de Arrhenius e a escala de pH.

##### CONTEXTO:

###### MENTAL

Ácidos e bases segundo Arrhenius, escala de pH.

###### SITUACIONAL

Exploração de simulação digital sobre ácidos, bases e pH.

##### MATERIAIS DE APOIO:

Simulação digital do pH de soluções.

##### DESCRIÇÃO:

Ao início da aula, os alunos estarão em duplas no laboratório de informática e a professora apresentará o tema da aula em questão, a saber, a determinação do pH das amostras de água. Para os alunos se familiarizarem com o conceito de pH, a professora proporá a exploração de uma simulação para medição do pH de algumas soluções e os alunos seguirão o roteiro em sua apostila.

##### ATIVIDADE 2: FORMALIZAÇÃO CONCEITUAL SOBRE A TEORIA ÁCIDO-BASE DE ARRHENIUS E PH

##### TEMPO:

15 minutos.

##### ABORDAGEM COMUNICATIVA:

Interativa, de autoridade; Não-interativa, de autoridade.

##### PROPÓSITO:

Apresentar a teoria ácido-base de Arrhenius e a escala de pH.

27

Você sabe o que tem na água do córrego

##### CONTEXTO:

###### MENTAL

Resultados obtidos na exploração da simulação digital.

###### SITUACIONAL

Formalização conceitual sobre a teoria ácido-base de Arrhenius e a escala de pH.

##### MATERIAIS DE APOIO:

Apresentação de slides.

##### DESCRIÇÃO:

Após a exploração, os alunos serão levados de volta ao laboratório e a professora questionará à turma quanto às observações realizadas. Então, com base nas mesmas, irá apresentar os conceitos de ácidos e bases derivados da teoria de Arrhenius, a escala de pH e a relação entre tais conceitos.

##### ATIVIDADE 3: DETERMINAÇÃO DO PH DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

##### TEMPO:

10 minutos.

##### ABORDAGEM COMUNICATIVA:

Não-interativa, de autoridade; Interativa, de autoridade.

##### PROPÓSITO:

Determinar o pH das amostras de água do córrego Pirajussara.

##### CONTEXTO:

###### MENTAL

Escala de pH, parâmetros de qualidade de água.

###### SITUACIONAL

Experimento para determinar o pH da amostra de água.

##### MATERIAIS DE APOIO:

Vidrarias e reagentes, roteiro do experimento, ficha de caracterização.

##### DESCRIÇÃO:

Após a exposição de conceitos, os alunos realizarão a determinação do pH das amostras de água com o auxílio de fitas indicadoras. Obtido o valor, a professora fará uma breve discussão com a turma sobre o mesmo.

##### ATIVIDADE 4: EXERCÍCIOS E FECHAMENTO DA AULA 10

##### TEMPO:

10 minutos.

##### ABORDAGEM COMUNICATIVA:

Não-interativa, de autoridade; Interativa, de autoridade.

##### PROPÓSITO:

Propor um exercício para avaliar os conceitos de ácidos e bases de Arrhenius e pH e concluir a décima aula.

##### CONTEXTO:

###### MENTAL

28

Você sabe o que tem na água do córrego

Teoria ácido-base de Arrhenius, escala de pH, atividades realizadas na aula 10.

###### SITUACIONAL

Conclusão da aula e realização de exercícios.

##### MATERIAIS DE APOIO:

Apostila dos alunos.

##### DESCRIÇÃO:

A professora proporá a realização de um exercício rápido que envolve os conceitos trabalhados a partir da teoria ácido-base de Arrhenius e a escala de pH. O exercício será entregue ao final da aula. Por fim, a professora retomará as atividades realizadas na décima aula e apresentará o tema da décima primeira aula.

#### AULA 11 – PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

##### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Revisar os parâmetros microbiológicos de qualidade de água;  
Realizar um estudo de caso envolvendo a contaminação de água;  
Determinar a concentração de oxigênio (O<sub>2</sub>) dissolvido nas amostras de água do córrego Pirajussara.

##### CONTEÚDOS:

Conceituais: Parâmetros microbiológicos de qualidade de água, microrganismos patogênicos, solubilidade de gases.  
Procedimentais: Leitura e interpretação de textos, capacidade de organização e comparação de dados, determinação da concentração de oxigênio em amostras de água.  
Atitudinais: Posicionamento crítico quanto a problemas ambientais, engajamento e participação na resolução de um problema, boas práticas de laboratório.

##### ATIVIDADE 1: ESTUDO DE CASO SOBRE CONTAMINAÇÃO DE ÁGUA

##### TEMPO:

30 minutos.

##### ABORDAGEM COMUNICATIVA:

Não-interativa, de autoridade; Interativa, de autoridade.

##### PROPÓSITO:

Apresentar o tema da aula e resolver um caso sobre contaminação de água e doenças na população.

##### CONTEXTO:

###### MENTAL

Parâmetros microbiológicos de qualidade, microrganismos patogênicos.

###### SITUACIONAL

Realização de estudo de caso sobre contaminação de água.

##### MATERIAIS DE APOIO:

29

Você sabe o que tem na água do córrego

Apostila dos alunos.

##### DESCRIÇÃO:

Ao início da aula, a professora fará uma breve revisão dos parâmetros microbiológicos de qualidade de água e proporá a resolução de um problema para a turma. De forma voluntária, alguns alunos farão a leitura do problema em voz alta para a turma e posteriormente, em seus grupos, discutirão o problema e terão de encontrar uma solução. O problema envolverá uma população carente que passa a apresentar sintomas relacionados à contaminação da água por microrganismos devido a descarte irregular de esgoto. Os alunos deverão, por análise dos dados, propor a origem e uma solução adequada para o problema. Ao final da atividade, a professora discutirá os resultados com os alunos.

##### ATIVIDADE 2: DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO NAS AMOSTRAS DE ÁGUA

##### TEMPO:

15 minutos.

##### ABORDAGEM COMUNICATIVA:

Não-interativa, de autoridade; Interativa, de autoridade.

##### PROPÓSITO:

Determinar a concentração de oxigênio (O<sub>2</sub>) dissolvido nas amostras de água do córrego Pirajussara.

##### CONTEXTO:

###### MENTAL

Parâmetros microbiológicos de qualidade.

###### SITUACIONAL

Experimento para determinar a concentração de oxigênio dissolvido na amostra de água.

##### MATERIAIS DE APOIO:

Vidrarias e reagentes, roteiro do experimento, ficha de caracterização.

##### DESCRIÇÃO:

Ao início da atividade, a professora questionará aos alunos qual é a relação existente entre a concentração de oxigênio dissolvido na água e a quantidade de microrganismos. Então, estabelecida a correlação negativa (isto é, menor concentração de oxigênio quanto maior for a concentração de microrganismos), os alunos realizarão a determinação da concentração de gás oxigênio (O<sub>2</sub>) dissolvido nas amostras de água e registrarão o valor obtido na ficha de caracterização.

##### ATIVIDADE 3: FECHAMENTO DA AULA 11

##### TEMPO:

5 minutos.

##### ABORDAGEM COMUNICATIVA:

Interativa, de autoridade; Não-interativa, de autoridade.

30

Você sabe o que tem na água do córrego

**PROPÓSITO:**

Discutir brevemente o resultado obtido na atividade anterior e concluir a décima primeira aula.

**CONTEXTO:****MENTAL**

Atividades realizadas na aula 11.

**SITUACIONAL**

Conclusão da aula.

**MATERIAIS DE APOIO:**

-

**DESCRIÇÃO:**

Ao final da aula, a professora discutirá brevemente o resultado obtido na determinação da concentração de oxigênio dissolvido nas amostras de água e apresentará o tema da próxima aula.

**AULA 12 – SOLUBILIDADE IV: SOLUBILIDADE DE GASES EM ÁGUA****OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Determinar as condições de solubilidade do gás dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) em água.  
Estudar o modelo de solubilidade de gases em água e as condições que influenciam em sua solubilidade.

**CONTEÚDOS:**

Conceituais: Modelo de solubilidade de gases em água.  
Procedimentais: Determinação da solubilidade de gases em água.  
Atitudinais: Boas práticas de laboratório.

**ATIVIDADE 1: RETOMADA DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL****TEMPO:**

5 minutos.

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**

Não-interativa, de autoridade.

**PROPÓSITO:**

Retomar a ideia da presença de gases dissolvidos em amostras de água.

**CONTEXTO:****MENTAL**

Experimento de determinação da concentração de oxigênio dissolvido em água.

**SITUACIONAL**

Exposição oral de revisão do experimento realizado na aula anterior.

**MATERIAIS DE APOIO:**

Apostila dos alunos.

**DESCRIÇÃO:**

31

Você sabe o que tem na água do córrego

Ao início da aula, a professora retomará a ideia apresentada na aula anterior de que a sobrevivência de organismos aquáticos depende da quantidade de oxigênio dissolvido na água, indicando que os gases também são capazes de se solubilizar em água. Por fim, proporá um experimento para o estudo dos fatores que influenciam a solubilidade de gases em água.

**ATIVIDADE 2: ESTUDO DA SOLUBILIDADE DE GASES EM ÁGUA****TEMPO:**

20 minutos.

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**

Não-interativa, de autoridade; Interativa, de autoridade.

**PROPÓSITO:**

Determinar os fatores que influenciam a solubilidade do gás dióxido de carbono em água.

**CONTEXTO:****MENTAL**

Solubilidade de gases em água.

**SITUACIONAL**

Experimento para estudar a solubilidade do dióxido de carbono em água.

**MATERIAIS DE APOIO:**

Vidrarias e reagentes, roteiro do experimento.

**DESCRIÇÃO:**

O experimento do estudo das condições de solubilidade do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) será dividido em três partes. Na primeira, a professora explicará aos alunos que a dissolução desse gás promove uma reação química com a água que produz o ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), o que diminui o pH da água, sendo assim, quanto menor for a quantidade de CO<sub>2</sub> na água, maior será o pH. Na segunda parte os alunos colocarão uma pequena quantidade de água gasificada em um tubo de ensaio e adicionarão algumas gotas de extrato de repolho roxo, em seguida, aquecerão o tubo e verificarão o que ocorre com a amostra. Na terceira parte, os alunos abrirão uma garrafa de água sem gás, uma garrafa de água gasificada quente e uma garrafa de água gasificada gelada e verificarão o som correspondente a cada fenômeno.

**ATIVIDADE 3: FORMALIZAÇÃO CONCEITUAL SOBRE A SOLUBILIDADE DE GASES EM ÁGUA****TEMPO:**

15 minutos.

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**

Interativa, de autoridade; Não-interativa, de autoridade.

**PROPÓSITO:**

Estudar o modelo de solubilidade de gases em água e os fatores que influenciam em tal propriedade.

**CONTEXTO:**

32

Você sabe o que tem na água do córrego

**MENTAL**

Resultados da atividade experimental.

**SITUACIONAL**

Formalização conceitual sobre solubilidade dos gases em água.

**MATERIAIS DE APOIO:**

Apresentação de slides.

**DESCRIÇÃO:**

Após o experimento, a professora questionará aos alunos quanto aos resultados obtidos e fará sua discussão. Para tanto, apresentará o modelo de solubilidade de gases em água, frisando a questão do equilíbrio químico que se estabelece no sistema, e discutirá a influência da temperatura e da pressão na solubilidade dos gases.

**ATIVIDADE 4: EXERCÍCIOS E FECHAMENTO DA AULA 12****TEMPO:**

10 minutos.

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**

Não-interativa, de autoridade; Interativa, de autoridade.

**PROPÓSITO:**

Propor um exercício para avaliar os conceitos de solubilidade de gases em água e concluir a décima segunda aula.

**CONTEXTO:****MENTAL**

Solubilidade de gases, atividades realizadas na aula 12.

**SITUACIONAL**

Conclusão da aula e realização de exercícios.

**MATERIAIS DE APOIO:**

Apostila dos alunos.

**DESCRIÇÃO:**

A professora proporá a realização de um exercício rápido que envolve os conceitos trabalhados a partir da solubilidade dos gases em água. O exercício será entregue ao final da aula. Por fim, a professora retomará as atividades realizadas na décima segunda aula e apresentará o tema da próxima aula.

**AULA 13 – CONCLUSÃO DA ANÁLISE DA ÁGUA DO CÔRREGO PIRAJUSSARA****OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Concluir a análise da qualidade da água do córrego Pirajussara.

**CONTEÚDOS:**

Conceituais: Parâmetros de qualidade de água.  
Procedimentais: Reunião e interpretação de dados, capacidade de expressão verbal.

33

Você sabe o que tem na água do córrego

Atitudinais: Engajamento e participação na discussão, criação de juízo de valor sobre problemas ambientais.

**ATIVIDADE 1: REUNIÃO DE RESULTADOS E DISCUSSÃO SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA DO CÔRREGO PIRAJUSSARA****TEMPO:**

25 minutos.

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**

Interativa, de autoridade.

**PROPÓSITO:**

Revisar os resultados obtidos para os parâmetros de qualidade ao longo de toda a SD e avaliar a potabilidade da água do córrego Pirajussara.

**CONTEXTO:****MENTAL**

Parâmetros de qualidade de água.

**SITUACIONAL**

Discussão dos dados coletados ao longo da SD para emissão de parecer sobre a qualidade da água do córrego Pirajussara.

**MATERIAIS DE APOIO:**

Fichas de caracterização.

**DESCRIÇÃO:**

A professora questionará aos alunos acerca dos resultados obtidos durante a SD para sua amostra de água e fará sua discussão com base nos padrões estabelecidos ao início da SD. Por fim, os alunos deverão discutir entre si e concluir se a água do córrego Pirajussara está própria para consumo e as razões para a sua resposta.

**AULA 14 – DISCUSSÃO FINAL E ENCAMINHAMENTOS****OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Verificar e discutir as consequências da ocupação urbana para a qualidade da água do córrego Pirajussara;  
Pensar as possíveis soluções para o problema apresentado;  
Concluir a aplicação da sequência didática.

**CONTEÚDOS:**

Conceituais: Qualidade da água do córrego Pirajussara, urbanização, políticas de saneamento básico.  
Procedimentais: Leitura e interpretação de textos, capacidade de expressão verbal.  
Atitudinais: Criação de juízo de valor quanto às causas sociais e ambientais.

34

Você sabe o que tem na água do córrego

**ATIVIDADE 1: LEITURA E SÍNTESE DE NOTÍCIAS SOBRE O CÓRREGO PIRAJUSSARA**

**TEMPO:**  
| 20 minutos. |

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**  
| Interativa, dialógica. |

**PROPÓSITO:**  
| Verificar quais são as consequências da ocupação urbana e da poluição do córrego Pirajussara a partir da leitura de notícias sobre o córrego. |

**CONTEXTO:**  
MENTAL  
| Características do córrego Pirajussara. |  
SITUACIONAL  
| Leitura e discussão de notícias sobre o córrego Pirajussara. |

**MATERIAIS DE APOIO:**  
| Reportagens acerca do córrego Pirajussara. |

**DESCRIÇÃO:**  
| A professora solicitará que cada grupo leia as notícias sobre os impactos da poluição do córrego Pirajussara para o ambiente e a população e organizem suas principais ideias. Após a leitura, fará uma breve discussão das informações lidas. |

**ATIVIDADE 2: DISCUSSÃO SOBRE OS IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO PIRAJUSSARA**

**TEMPO:**  
| 25 minutos. |

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**  
| Interativa, dialógica. |

**PROPÓSITO:**  
| Discutir as consequências da urbanização para a qualidade do córrego Pirajussara e as medidas tomadas pelo governo para tratar a questão do córrego. |

**CONTEXTO:**  
MENTAL  
| Notícias sobre o córrego Pirajussara. |  
SITUACIONAL  
| Discussão sobre a qualidade da água do córrego Pirajussara. |

**MATERIAIS DE APOIO:**  
| Apostila dos alunos. |

**DESCRIÇÃO:**  
| Após a leitura das notícias e sistematização das informações, a professora proporá três perguntas a serem discutidas com a turma: os motivos pelos quais a água do córrego está poluída, como podemos contribuir para a solução deste

35

Você sabe o que tem na água do córrego

**ATIVIDADE 3: PRODUÇÃO TEXTUAL FINAL E CONCLUSÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

**TEMPO:**  
| 35 minutos. |

**ABORDAGEM COMUNICATIVA:**  
| Não-interativa, de autoridade; Interativa, dialógica. |

**PROPÓSITO:**  
| Solicitar que os alunos redijam uma produção textual sobre as consequências da poluição do Pirajussara e concluir a aplicação da SD. |

**CONTEXTO:**  
MENTAL  
| Atividades realizadas ao longo da aplicação da SD. |  
SITUACIONAL  
| Redação de um texto sobre a qualidade da água do córrego Pirajussara e conclusão da SD. |

**MATERIAIS DE APOIO:**  
| Resultados das análises ao longo do projeto e notícias sobre o Pirajussara. |

**DESCRIÇÃO:**  
| Como avaliação final, solicitará que os alunos entreguem uma produção textual de caráter argumentativo na qual apresentem suas posições com relação às questões discutidas em sala de aula. Para finalizar a SD, a professora retomará os resultados obtidos e discutidos nas duas últimas aulas e deixará a mensagem de conscientização dos alunos quanto à reflexão e solução do problema da poluição do córrego Pirajussara. |

36

Você sabe o que tem na água do córrego

**AVALIAÇÃO**

| O instrumento de avaliação geral é a ficha de caracterização da amostra de água do córrego Pirajussara, que deverá ser preenchida com os resultados das análises ao longo da aplicação da sequência.

Os instrumentos de avaliação específicos serão:

- Exercícios relacionados aos temas solubilidade e soluções ao final das aulas 4, 6, 8, 10 e 12;
- Produção textual sobre a poluição do córrego Pirajussara, solicitada ao final da aula 14;
- Entrega de perguntas ao final de cada aula, sobre o tema estudado no dia, que serão redigidas nas apostilas. |

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BACCI, D. L. C.; PATACA, E. M.; JACOBI, P. R.; SILVA, P. A. R.; BEDUSCHI FILHO, L. C. Educando nas águas do Pirajussara – uma proposta de educação ambiental. Revista de Cultural e Extensão USP, v. 2, p. 41 – 53, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Acesso em: 15 de março de 2017.

\_\_\_\_\_. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 11445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei11445.htm). Acesso em: 19 de março de 2017.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. In: Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wpv-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>. Acesso em: 15 de março de 2017.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. O direito humano à água e ao saneamento. Disponível em: [http://www.un.org/waterforpeople/decade/pdf/human\\_right\\_to\\_water\\_and\\_sanitation\\_milestones\\_por.pdf](http://www.un.org/waterforpeople/decade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_milestones_por.pdf). Acesso em: 19 de março de 2017. |

37

Você sabe o que tem na água do córrego

**MATERIAL UTILIZADO**

| Animações de solubilização e solvatação do cloreto de sódio e da glicose preparadas pelo Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas da Faculdade de Educação da USP (Lapeq/FE-USP) disponíveis em <http://www.lapeq.fe.usp.br/labdig/fipermedias/hidroferal/>. Acesso em: 17 de janeiro de 2018.

Experimento de solubilidade de gases em água adaptado de NICHELLE, Aline G.; ZUCOLOTTI, Andréia M.; DIAS, Eduarda C. Estudo da solubilidade dos gases: um experimento de múltiplas facetas. Química Nova na Escola, v. 37, n. 4, p. 312 – 315, 2015.

Reportagens sobre as enchentes nas regiões próximas ao córrego Pirajussara extraídas de:

- FOLHA DE S. PAULO. Enchentes voltam ao Pirajussara. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/cc/diario/f05029826.htm>. Acesso em: 12 de março de 2018.

- G1. Chuva causa transformos e alaga ruas do Campo Limpo, na Zona Sul de SP. Disponível em: <https://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/chuva-causa-transformos-e-alaga-ruas-do-campo-limpo-na-zona-sul-de-sp.ghtml>

- Córrego Pirajussara transborda na região de Guarapiranga. Disponível em: [http://g1.globo.com/Noticias/SaoPaulo0\\_MUL160843-5605-00-CORREGO+PIRAJUSSARA+TRANSBORDA+NA+REGIAO+DE+GUARAPIRANGA.html](http://g1.globo.com/Noticias/SaoPaulo0_MUL160843-5605-00-CORREGO+PIRAJUSSARA+TRANSBORDA+NA+REGIAO+DE+GUARAPIRANGA.html). Acesso em: 12 de março de 2018.

- R7. Chuva faz córrego Pirajussara transbordar, Campo Limpo entra em estado de alerta. Disponível em: <https://noticias.r7.com/sao-paulo/chuva-faz-corrego-pirajussara-transbordar-campo-limpo-entra-em-estado-de-alerta-26122015>. Acesso em: 12 de março de 2018.

Simulações computacionais acessadas e baixadas gratuitamente portal PHET da Universidade de Colorado Boulder, disponíveis em [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/category/chemistry](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/chemistry). Acesso em: 17 de janeiro de 2018. |

38

Você sabe o que tem na água do córrego

**Apêndice B – Material Instrucional ao Aluno da SD “Você sabe o que tem na água do córrego Pirajussara?”**

USP FEUSP LAPEQ



## Material de Apoio

Você sabe o que tem na água do Córrego Pirajussara?

**ELABORAÇÃO:**

Gabriel Saraiva Gomes  
 Profa. Áurea  
 Prof. Dr. Marcelo Giordan |

Aluno: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_

São Paulo  
2018

1      Você sabe o que tem na água do córrego Pirajussara ?

USP FEUSP LAPEQ

### SUMÁRIO

Apresentação.....	3
Aula 1 - Problemática.....	4
<i>Água: um direito universal</i> .....	4
<i>Córrego Pirajussara: algumas características importantes</i> .....	5
Aula 2 - Parâmetros de Qualidade de Água.....	7
<i>Algumas ideias prévias</i> .....	7
<i>Parâmetros de Qualidade de Água</i> .....	7
<i>Análise dos Parâmetros Físicos de Qualidade</i> .....	9
Aula 3 – Solubilidade e Soluções I. Princípio da Solubilidade.....	10
<i>Determinação da solubilidade de compostos em água</i> .....	10
<b>Aula 4 – Solubilidade e Soluções I. Modelos de Solubilidade e Soluções</b> .....	<b>11</b>
<i>Explorando a condutividade elétrica de algumas soluções aquosas</i> .....	11
Aulas 5 e 6 – Solubilidade e Soluções II. Curvas de Solubilidade e Tipos de Soluções.....	13
<i>Construção da curva de solubilidade do KNO<sub>3</sub> em água</i> .....	13
Aula 7 – Soluções e Solubilidade II. Equilíbrios de Solubilidade.....	17
<i>Explorando a formação do corpo de fundo</i> .....	17
Aula 8 – Solubilidade e Soluções III. Concentração de Soluções Aquosas.....	19
<i>Explorando os fatores que alteram a concentração das soluções</i> .....	19
Aulas 9 e 10 - Parâmetros Químicos: Determinação da Concentração de Cloro e do pH da Água do Córrego Pirajussara.....	21
<i>Determinação da concentração de Cl<sup>-</sup> na água do Pirajussara</i> .....	21
<i>Explorando a escala de pH</i> .....	23
<i>Determinação do pH da água do Pirajussara</i> .....	24
<b>Aula 11 – Parâmetros Microbiológicos</b> .....	<b>25</b>
<i>É hora de resolver um problema</i> .....	25
<i>Determinação da concentração de oxigênio (O<sub>2</sub>) dissolvido na água do Pirajussara</i> .....	29
Aula 12 – Solubilidade e Soluções IV. Solubilidade de Gases em Água.....	30
<i>Estimando o comportamento dos gases dissolvidos</i> .....	30
Aulas 13 e 14 – Conclusão da Análise da Qualidade da Água do Córrego Pirajussara.....	32
<i>A qualidade do Pirajussara: um problema de interesse científico</i> .....	33
<i>A qualidade do Pirajussara: um problema de interesse social</i> .....	34
<i>Clareos ao fim</i> .....	38
ANEXO 1 - Ficha de Caracterização de Amostra.....	40
Referências Bibliográficas.....	41
ANEXO 2 - LISTA DE EXERCÍCIOS.....	42

2      Você sabe o que tem na água do córrego Pirajussara ?



**APRESENTAÇÃO**

Olá, caro/a estudante!

Você acaba de receber o material de apoio do projeto intitulado "Você sabe o que tem na água do Córrego Pirajussara?" e essa apostila irá acompanhá-lo ao longo de todo o bimestre letivo. Nesse material você encontrará as instruções para as atividades que serão realizadas ao longo do projeto, a teoria que dá base para os conhecimentos que serão construídos ao longo das aulas, exercícios para estudo do conteúdo e uma ficha de caracterização para registro dos resultados de suas análises.

Esse projeto tem por objetivo despertar algumas questões sobre a qualidade da água do Córrego Pirajussara, uma importante fonte de água que nasce em sua cidade e desagua no município de São Paulo, no Rio Pinheiros. Você conhece o Pirajussara? Se sim, provavelmente fica indignado com a situação péssima na qual ele se encontra. Se não, essa será uma ótima oportunidade de conhecê-lo e refletir sobre os malefícios de sua poluição.

Com este projeto, queremos mostrar que a disciplina de Química não se resume a somente fazer extensos cálculos, decorar símbolos da Tabela Periódica, muito menos que seja algo distante do nosso dia-a-dia. Ela é uma ciência que está presente em tudo o que observamos e que nos ajuda a entender o mundo em que vivemos, além de poder modificá-lo.

Você provavelmente já deve ter escutado que a Química é a principal responsável pela poluição do ambiente, bem como por explosões e prejuízos à saúde de várias pessoas. De fato, esse lado negativo da Química infelizmente é real. Mas a mesma Química que pode destruir o ambiente, também pode ser usada para modificar sua situação e tornar o mundo mais sustentável. É essa visão que queremos que vocês adquiram ao final desse projeto.

E aí, vamos começar?!



**AULA 1 – PROBLEMATIZAÇÃO**

*Água: um direito universal*

A água é um recurso natural de extrema importância para a sobrevivência de todos os organismos vivos do planeta Terra, além do acesso a água potável ser considerado pela Organização das Nações Unidas (ONU), desde o ano de 2010, um direito humano universal, isto é, disponível para toda a população. Tendo em vista tais informações, abaixo apresentamos, ao lado esquerdo, algumas atividades que podem ser realizadas com a água, como o seu consumo para saciar a sede, a prática de esportes como a natação e a canoagem e o transporte urbano via canais fluviais, e ao lado direito, algumas fontes de água conhecidas da região metropolitana de São Paulo: o córrego Pirajussara e o rio Pinheiros.



**Figura 1.1:** Atividades que podem ser realizadas com a água, ao lado esquerdo, e fontes de água, ao lado direito. Fonte: os autores.

Analisando as imagens, reflita e responda: **Quais atividades descritas você realizaria nas fontes de água ilustradas? Por quê?**

---



---



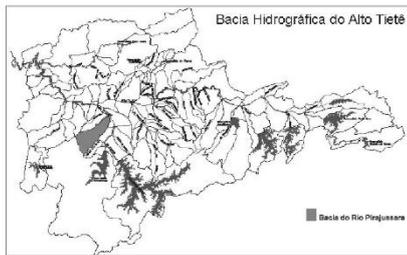
---

Você provavelmente deve ter respondido que não realizaria nenhuma das atividades propostas porque as fontes de água selecionadas estão sujas, poluídas e/ou contaminadas. Mas o que define se uma fonte de água está, de fato, poluída? Em outras palavras, o que define a qualidade de uma amostra de água? Essa é a principal pergunta que será respondida ao longo do projeto, e para tanto, analisaremos uma importante fonte de água de sua região: o Córrego Pirajussara.



*Córrego Pirajussara: algumas características importantes...*

O córrego Pirajussara localiza-se na região oeste da Grande São Paulo e sua bacia hidrográfica apresenta uma área de aproximadamente 73 km<sup>2</sup>, que se estende pelos municípios de Embu das Artes, Taboão da Serra e São Paulo (abrangendo os distritos do Butantã e do Campo Limpo). O mapa da bacia está ilustrado abaixo:



**Figura 1.2:** Bacia hidrográfica do Pirajussara, destacada em cinza. Fonte: Bacci et al., 2009.

O córrego nasce em meio às residências no município de Embu das Artes, segue seu percurso até se encontrar com o Rio Poá, no município de Taboão da Serra, continua seu caminho até chegar à capital paulista, passando pela região inferior da Avenida Eliseu de Almeida, e então, desaguando no rio Pinheiros, sendo sua foz localizada próxima à Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira, onde funciona a Universidade de São Paulo (USP). O mapa na página a seguir ilustra o caminho trilhado pelo córrego em seu curso.

Com a ocupação das margens do córrego e despejo de esgoto sem prévio tratamento, a paisagem do Pirajussara foi brutalmente alterada ocasionando diversos problemas como a contaminação, o mau cheiro, o assoreamento (aumento da camada de solo e diminuição da quantidade de água) e consequentemente, enchentes, que trazem graves consequências à população.



**Figura 1.3:** Caminho seguido pelo córrego Pirajussara. Em (A), sua nascente, em Embu das Artes; em (B), seu encontro com o rio Poá em Taboão da Serra; em (C), o trecho canalizado sob a avenida Eliseu de Almeida, no Butantã (capital); e em (D), seu trecho no interior da Cidade Universitária. Fonte: adaptado de Rios de São Paulo e Google Maps.

A situação em que se encontra o córrego atualmente é um grave problema com implicações tanto ambientais quanto sociais. Imaginamos que a água do córrego não possa ser utilizada pela população, pois sua aparência física já nos indica, a princípio, sua baixíssima qualidade. **Mas como podemos afirmar que a água do córrego está inapropriada para consumo?**

Para responder a essa pergunta, iremos coletar uma amostra de água do córrego em seu trecho no interior da Cidade Universitária e analisá-la ao decorrer do bimestre. Para tanto: **SIGA AS INSTRUÇÕES DE SUA PROFESSORA E NÃO SE ESQUEÇA DE UTILIZAR O MATERIAL DE PROTEÇÃO (LUVAS E ÓCULOS DE SEGURANÇA) PARA EVITAR O CONTATO COM A ÁGUA.**

A coleta de água será mais interessante se além da amostragem, você observar outros aspectos do ambiente, além da aparência da água, como a presença de lixo, de vegetação ao redor do córrego, dentre outras informações que julgar importante. Na próxima aula, discutiremos quais serão os procedimentos para efetuar a análise da água do córrego.

Vamos conhecer o Pirajussara?



**AULA 2 – PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA**

*Algumas ideias prévias...*

Você provavelmente já deve ter ouvido o termo “água potável” em suas aulas, na televisão, em jornais, em lojas, dentre outros locais. Com base em seus conhecimentos prévios sobre qualidade de água, responda:

O que você acredita que seja água potável? Quais são as características que a água deve possuir para ser considerada potável?

---



---



---

Muito bem, você já conhece bastantes coisas sobre a água potável. Agora, vamos entender como a Química nos ajuda a definir quais características tomam uma amostra de água potável. Acompanhe a leitura do texto abaixo com seus colegas e a professora.

*Parâmetros de Qualidade de Água*

Uma amostra de água é considerada potável quando pode ser consumida por qualquer organismo vivo, além de poder ser liberada de volta para o meio ambiente. Para tanto, ela deve possuir **parâmetros de qualidade** que estejam dentro dos padrões estabelecidos legalmente pelo país. No Brasil, o órgão responsável por estabelecer os parâmetros de qualidade da água é o **Ministério da Saúde**. Em âmbito estadual, duas empresas controlam o fornecimento de água para consumo da população: a **Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp)** é a responsável por realizar o tratamento e a distribuição de água potável e a **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb)** é a responsável por analisar a água tratada pela Sabesp e certificar sua qualidade para que ela seja liberada para a população.

No ano de 2011, o Ministério da Saúde estabeleceu pela **portaria nº 2914** os parâmetros de qualidade de água para que ela seja considerada potável. Tal portaria estabelece que os parâmetros são divididos em **três categorias**: os parâmetros **físicos** estão relacionados à aparência da amostra de água; os parâmetros **químicos** relacionam-se à composição da amostra, ou seja, quais são as substâncias presentes nela e sua concentração; e os parâmetros **microbiológicos** estão relacionados à presença e à quantidade de microrganismos presentes na água.

A seguir estão listados os parâmetros analisados em cada uma das categorias estabelecidas acima:

*Parâmetros Físicos*

- **Cor:** A cor é uma propriedade relacionada à interação das espécies químicas com a luz do ambiente, visto que os átomos que compõem as substâncias presentes na água

podem absorver ou refletir a energia luminosa e alterar sua coloração. A cor é um parâmetro de caráter mais estético, isto é, o consumo se relaciona à aparência da água, mas o ideal é que a amostra seja **incolor**.

- **Turbidez:** A turbidez é uma medida da capacidade de uma amostra de água permitir a passagem ou não da luz. Amostras de água muito turvas não deixam a luz atravessar de um lado para outro, e isto se deve sobretudo à presença de partículas sólidas em suspensão, que dão à água um aspecto “barrento”. O ideal é que a amostra **não apresente turbidez** para que seja considerada potável.
- **Temperatura:** A temperatura pode ser conceituada como uma medida da agitação das moléculas presentes em um sistema. Para a água, não se define uma temperatura padrão, pois ela pode variar de acordo com a temperatura do ambiente no qual se realiza a análise. Porém, podemos dizer que ela influencia no crescimento de organismos vivos, já que temperaturas mais elevadas favorecem a proliferação de microrganismos.

*Parâmetros Químicos*

- **Condutividade elétrica:** É a capacidade de uma amostra conduzir corrente elétrica. Essa propriedade está intimamente ligada à composição química da amostra, pois as espécies químicas responsáveis por esse fenômeno são os **íons** que estão dissolvidos na água. Sendo assim, quanto maior for a condutividade elétrica, maior é a **diversidade de íons** bem como **sua concentração**. A unidade de medida da condutividade é o microSiemens por centímetro (**µS/cm**) e são consideradas potáveis amostras com condutividade **abaixo de 100 µS/cm**.
- **Espécies químicas:** Um parâmetro de grande importância é a caracterização das diferentes espécies químicas, sejam elas **substâncias moleculares** ou **íons** que se encontram **dissolvidos** na amostra de água. Geralmente, dividimos as espécies em **orgânicas** (compostos do elemento **carbono**, produzidos, principalmente, por organismos vivos) e **inorgânicas** (íons de metais e não metais). Como a determinação da grande maioria das espécies químicas só pode ser realizada por equipamentos refinados de laboratórios de maior porte, em nosso projeto determinaremos a **concentração do íon cloroeto (Cl)** na amostra de água, visto que essa é uma boa medida da quantidade de  **sais** que estão dissolvidos na água. A concentração de cloroeto padrão **não deve ultrapassar 250 mg/L**.
- **pH:** O pH é uma medida da acidez da água, ou seja, de seu caráter ácido ou básico. A escala de pH varia entre 0 e 14, sendo que o valor 7 é atribuído a amostras neutras, valores abaixo de 7 a amostras ácidas, e valores acima de 7 a amostras básicas. O valor ideal para a água potável está **entre 6,0 e 9,5**.

*Parâmetros Microbiológicos*

- **Microrganismos patogênicos:** Alguns microrganismos que podem causar doenças aos seres humanos são controlados nas amostras de água, seja de forma qualitativa, ou seja, **quais são eles**, seja de forma quantitativa, isto é, **sua quantidade na água**. Os principais microrganismos analisados e controlados são os chamados **coliformes**

fecais, bactérias presentes em nossas fezes, que se consumidas podem causar graves problemas ao trato digestivo. Amostras consideradas potáveis devem estar **ausentes de coliformes fecais num volume padrão de 100 mL**.

- **Quantidade de oxigênio dissolvido:** Os microrganismos, assim como quaisquer outros organismos vivos, necessitam de gás oxigênio (O<sub>2</sub>) para sua sobrevivência. Sendo assim, quanto maior for a quantidade de microrganismos vivos na água, menor é a quantidade de oxigênio disponível. Para uma amostra ser considerada potável, a concentração dissolvida na água deve ser **superior a 10 mg/L**.

*Análise dos Parâmetros Físicos de Qualidade*

Agora que já conhecemos quais são os parâmetros que definem a qualidade da água, realizemos a determinação dos **parâmetros físicos de qualidade**. **OUÇA COM ATENÇÃO AS INSTRUÇÕES DA PROFESSORA E NÃO ESQUEÇA DE REGISTRAR OS SEUS RESULTADOS NA FICHA DE CARACTERIZAÇÃO AO FINAL DA APOSTILA.**

**Materiais:** Amostra de água do córrego; tubos de ensaio; termômetro.

**Determinação da temperatura:** A determinação da temperatura será realizada com o auxílio de um **termômetro**. Coloque um pouco da amostra em um tubo de ensaio, insira o bulbo do termômetro sem tocá-lo no fundo do tubo e execute a leitura da temperatura. **Não segure o tubo com a mão fechada, segure-o pela sua extremidade para não alterar a medida.**

**Determinação da cor e da turbidez:** A determinação da cor e da turbidez será realizada **visualmente**. Observe a amostra colocada em um tubo de ensaio e classifique sua cor (incolor, azulada, amarronzada, acinzentada etc.). Para a turbidez, verifique se você consegue enxergar o que está do outro lado. Se sim, a amostra não está turva e você deverá registrar um sinal negativo (-), caso contrário, se você não consegue enxergar, a amostra está turva e o sinal registrado será positivo (+). A figura abaixo auxiliará na determinação:



**Figura 2.1:** A figura acima mostra duas amostras de água. À esquerda, vemos uma amostra incolor e sem turbidez (-), à direita, uma amostra de coloração amarronzada e bastante turva (+). Fonte: Protal Tratamento de Água.

Discuta com seus colegas e com a professora os resultados obtidos e anote abaixo as suas conclusões:

---



---



---

**AULA 3 – SOLUBILIDADE E SOLUÇÕES I: PRINCÍPIO DA SOLUBILIDADE**

*Determinação da solubilidade de compostos em água*

**Materiais:** Tubos de ensaio, béqueres, condutivímetro, amostra de água do córrego, cloroeto de sódio (NaCl), sacarose (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>) e óleo de soja.

**Determinação da solubilidade de substâncias em água (H<sub>2</sub>O):** Separe três tubos de ensaio e adicione aproximadamente dois dedos de água em cada um. Numere os tubos em 1, 2 e 3. No tubo 1, adicione uma pequena quantidade de cloroeto de sódio (NaCl); no tubo 2, uma pequena quantidade de sacarose (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>); e no tubo 3, uma pequena quantidade de óleo de soja. O que aconteceu em cada um dos tubos?

**Tubo 1 (H<sub>2</sub>O + NaCl):** \_\_\_\_\_

**Tubo 2 (H<sub>2</sub>O + C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>):** \_\_\_\_\_

**Tubo 3 (H<sub>2</sub>O + óleo de soja):** \_\_\_\_\_

Proponha uma explicação para os resultados obtidos acima:

---



---

**Determinação da condutividade elétrica de soluções aquosas:** Separe três béqueres e numere-os em 1, 2 e 3. No béquer 1, adicione aproximadamente três dedos de água e uma pequena quantidade de cloroeto de sódio (NaCl); no béquer 2, a mesma quantidade de água e uma pequena quantidade de sacarose (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>); e no béquer 3, aproximadamente três dedos de amostra do córrego Pirajussara. Com o auxílio do **condutivímetro (figura 3.1)** determine a condutividade de cada uma das amostras e registre os resultados na tabela abaixo. Não se esqueça de anotar o valor da condutividade da amostra do córrego em sua ficha de caracterização!



Figura 3.1: Condutivímetro portátil utilizado na determinação da condutividade elétrica de amostras. Fonte: AIQ Ferramentas e Instrumentos Ltda.

Tabela 3.1: Registro de dados experimentais da condutividade elétrica de soluções aquosas.

Tubo	Composição	Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )
1	$\text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$	
2	$\text{H}_2\text{O} + \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	
3	Amostra do córrego Pirajussara	

Como você explica os resultados obtidos acima? Discuta com seus colegas e registre sua opinião no espaço abaixo.

**AULA 4 – SOLUBILIDADE E SOLUÇÕES I: MODELOS DE SOLUBILIDADE E SOLUÇÕES**

Explorando a condutividade elétrica de algumas soluções aquosas. Vimos na aula anterior que o cloreto de sódio e a sacarose são substâncias polares, assim como a água, desta forma, ambos conseguem ser solubilizados quando misturados com a água. Além disso verificamos o valor de condutividade elétrica quando misturamos o cloreto de sódio e a sacarose com a água. Você se lembra dos resultados que obteve? Quais foram eles?



Para entender os resultados acima, você fará a exploração da simulação “Soluções de açúcar e sal”. Caso queira acessá-la em sua casa, basta acessar o link disponível no Moodle.

Figura 4.1: Interface da simulação “Soluções de açúcar e sal”. Fonte: PhET Interactive Simulations.

Para a exploração siga as instruções abaixo e faça as anotações necessárias.

Passo 1) Abra o programa em seu computador e mova a torneira de cima de forma que o volume total de água complete o recipiente.

Passo 2) Com o mouse, manipule o saleiro e despeje uma quantidade de sal qualquer na água.

Passo 3) Arraste o sistema com a lâmpada, a pilha e os eletrodos para a solução de sal criada no passo anterior. Coloque os eletrodos dentro da solução, sem deixar a pilha encostar na água. O que aconteceu?

Passo 4) Arraste a lâmpada para fora da solução e clique em “Remover sal”.

Passo 5) No quadro “Soluto”, clique em “Açúcar”. Repita os passos 2 e 3. O que aconteceu?

Passo 6) No menu acima da torneira, selecione a opção “Micro”.

Passo 7) Manipule o saleiro e adicione alguns cristais de cloreto de sódio na água.

O que representam as esferas verdes e roxas?

O que acontece quando adicionamos o cristal de cloreto de sódio na água?

Passo 8) Clique em “Remover soluto”. No quadro soluto, pressione a seta até chegar no último quadro “Sacarose e Glicose”. Selecione “Sacarose”.

Passo 9) Adicione alguns cristais de sacarose na água. O que aconteceu? O resultado foi o mesmo que para o cloreto de sódio? Por que?

Passo 10) Feche a simulação e discuta os resultados observados com seus colegas e a professora.

Pergunta do dia...  
Utilize o espaço abaixo para fazer sua pergunta sobre a aula de hoje:

**AULAS 5 e 6 – SOLUBILIDADE E SOLUÇÕES II: CURVAS DE SOLUBILIDADE E TIPOS DE SOLUÇÕES**

Construção da curva de solubilidade do  $\text{KNO}_3$  em água. As curvas de solubilidade são gráficos que ilustram o comportamento da solubilidade de uma determinada substância de acordo com a temperatura. Com o auxílio da professora e de seus colegas, construa, no espaço indicado na página seguinte, um gráfico que relaciona a temperatura de um sistema (medida em  $^{\circ}\text{C}$ ) no eixo das abscissas (eixo x) e a solubilidade do nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ) (medida em g de  $\text{KNO}_3/100\text{ g de H}_2\text{O}$ ) no eixo das ordenadas (eixo y).

Tabela 5.1: Coeficiente de solubilidade do  $\text{KNO}_3$  em água em função da temperatura do sistema. Fonte: Feltre, 2001.

Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Solubilidade do $\text{KNO}_3$ (g/100 g $\text{H}_2\text{O}$ )
0	13
10	21
20	32
30	46
40	64
50	86
60	110
70	138

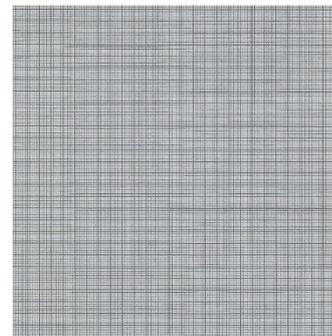


Figura 5.1: Espaço para construção da curva de solubilidade do  $\text{KNO}_3$  em água (massa de sal em função da temperatura).

USP FEUSP LAPEQ

**Classificando soluções: insaturada, saturada ou saturada com corpo de fundo?**

**Materiais:** Tubo de ensaio, proveta, lamparina, béqueres, termômetro, nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>), água e gelo.

**Passo 1)** Encha um béquer com água, coloque o termômetro no interior do sistema e deixe-o em repouso na bancada frontal do laboratório.

**Passo 2)** Faça a medição da temperatura do laboratório com base na temperatura da água do béquer.

**Passo 3)** Em posse da curva de solubilidade do KNO<sub>3</sub> construída na atividade anterior, determine a massa de KNO<sub>3</sub> que pode ser dissolvida por 10 g de água à temperatura em que se encontra o laboratório. Utilize o espaço abaixo para os cálculos:

**Passo 4)** Adicione, com o auxílio de uma proveta, 10 mL de água em um tubo de ensaio (iremos considerar a **densidade da água como 1 g/mL**, por isso, serão adicionados 10 mL de água ao tubo de ensaio).

**Passo 5)** Pese a massa de KNO<sub>3</sub> determinada no passo 3 e adicione o sal ao tubo de ensaio. **Tente ser o mais exato possível em sua pesagem!**

**Massa de KNO<sub>3</sub> pesada = \_\_\_\_\_**

**Passo 6)** Delicadamente, agite o conteúdo do tubo de ensaio de forma a solubilizar todo o sal que foi adicionado. Como podemos classificar a solução obtida após a dissolução do sal?

---

**Passo 7)** Em um béquer contendo água e gelo, insira o tubo de ensaio com a solução obtida no passo anterior e aguarde aproximadamente 2 minutos. Então, meça a temperatura da solução com o auxílio de um termômetro.

USP FEUSP LAPEQ

**Temperatura da solução = \_\_\_\_\_**

O que aconteceu no tubo de ensaio? Como podemos classificar a nova solução obtida? Justifique sua resposta.

---

**Passo 8)** Retire o tubo de ensaio do banho de gelo, aguarde aproximadamente 2 minutos e leve-o ao aquecimento na lamparina até a completa dissolução do corpo de fundo. **Cuidado: não deixe o tubo de ensaio constantemente sobre a chama, movimente-o sobre ela e retire caso sejam percebidas muitas bolhas. Deixar o tubo de ensaio diretamente sobre a chama pode causar a expulsão violenta de líquidos e ocasionar queimaduras!**

**Passo 9)** Após a dissolução do sal, permaneça o aquecimento por mais 2 minutos aproximadamente. Retire do aquecimento e meça novamente a temperatura da solução.

**Temperatura da solução = \_\_\_\_\_**

Como podemos classificar a nova solução obtida? Justifique sua resposta.

---

Pergunta da dia...

Utilize o espaço abaixo para fazer sua pergunta sobre a aula de hoje:

---

---

---

---

---

---

---

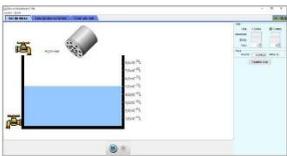
---

USP FEUSP LAPEQ

**AULA 7 – SOLUÇÕES E SOLUBILIDADE II: EQUILÍBRIO DE SOLUBILIDADE**

*Explorando a formação do corpo de fundo*

Para entender o processo de formação do corpo de fundo, você fará a exploração da simulação "Sais e Solubilidade", que pode ser acessada por meio do link disponível no Moodle.



**Figura 7.1:** Interface da simulação "Sais e solubilidade". Fonte: PhET Interactive Simulations.

Siga as instruções abaixo para explorar a simulação e faça as anotações necessárias.

**Passo 1)** Abra o programa em seu computador e se certifique de que a tela selecionada é a tela "Sal de mesa".

**Passo 2)** Agite levemente o salteiro e adicione alguns cristais de NaCl à água. O que acontece quando os cristais são adicionados à água?

---

**Passo 3)** No quadro "Sais", verifique quantas partículas de sódio e quantas partículas de cloreto estão dissolvidas e quantas estão na forma sólida. Registre as observações na tabela abaixo:

Partículas	Dissolvidas	Sólido
Na <sup>+</sup>		
Cl <sup>-</sup>		

**Passo 4)** Ainda no quadro "Sais", aumente o número de partículas para 100, mexendo nas setas ao lado da palavra "Total". Quantas partículas de sódio e de cloreto estão dissolvidas e quantas estão no sólido?

USP FEUSP LAPEQ

Partículas	Dissolvidas	Sólido
Na <sup>+</sup>		
Cl <sup>-</sup>		

**Passo 5)** Aumente o número de partículas para 200. O que aconteceu na solução?

---

Quantas partículas estão dissolvidas e quantas estão no sólido?

Partículas	Dissolvidas	Sólido
Na <sup>+</sup>		
Cl <sup>-</sup>		

**Passo 6)** Aumente o número de partículas para 400. Quantas partículas estão dissolvidas e quantas estão no sólido?

---

Partículas	Dissolvidas	Sólido
Na <sup>+</sup>		
Cl <sup>-</sup>		

O número de partículas dissolvidas mudou quando se alterou o total de 200 para 400? Como você justifica isso?

---

Observe o movimento das partículas na solução. As partículas que estão livres interagem com aquelas que estão na forma de cristal? De que forma?

---



### AULA 8 – SOLUBILIDADE E SOLUÇÕES III: CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÕES AQUOSAS

*Explorando os fatores que alteram a concentração das soluções*

A **concentração de uma solução** pode ser definida como a relação entre a quantidade de soluto e o volume total de solução. Mas como esses fatores alteram a concentração de uma solução?

Para responder a essa pergunta, você fará a exploração da simulação “Concentração”. Caso você queira acessá-la em sua casa, basta utilizar o link disponível no Moodle.



**Figura 8.1:** Interface da simulação “Concentração”. Fonte: PhET Interactive Simulations.

Para a exploração da simulação, siga as instruções abaixo e faça as anotações necessárias.

**Passo 1)** Abra o programa em seu computador e mova a torneira de cima de forma que o volume total de água atinja a marca de 1 L.

**Passo 2)** Mova o medidor de concentração para o recipiente de forma que ele fique encostado no fundo.

**Passo 3)** No quadro acima, selecione o sal nitrato de cobalto.

**Passo 4)** Manipule o saleiro e observe o que acontece no medidor. Adicione sal até que a medida registrada seja de aproximadamente 1 mol/L. Qual foi a cor obtida pela solução?

**Passo 5)** Adicione mais sal até que o medidor marque aproximadamente 2, 3 e 4 mol/L. Complete a tabela a seguir com suas observações.



**Tabela 7.1:** Registro de observações do Passo 5 da simulação.

Concentração (mol/L)	Coloração da solução
2	
3	
4	

Como você explica as observações realizadas?

**Passo 6)** Clique em “Remover soluto”.

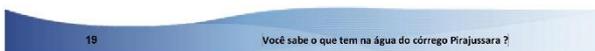
**Passo 7)** Manipule o saleiro de forma a obter novamente uma solução de concentração 1 mol/L.

**Passo 8)** No quadro “Evaporação”, movimente a barra lentamente e observe o líquido evaporar até atingir a marca de 1/2 L. O que aconteceu com o valor da concentração? E com a coloração da solução?

**Passo 9)** Evapore novamente o líquido de forma que o volume atingido seja aproximadamente metade daquele observado no passo anterior. O que aconteceu com o valor da concentração? E com a coloração da solução?

Como você explica as observações realizadas?

Discuta com a professora e com seus colegas os resultados das observações e anote as suas conclusões no espaço abaixo:



Pergunta do dia...

Utilize o espaço abaixo para fazer sua pergunta sobre a aula de hoje:

---



---



---



---



---



---



---



---

### AULAS 9 E 10 - PARÂMETROS QUÍMICOS: DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CLORETO E DO pH DA ÁGUA DO CÓRREGO PIRAJUSSARA

*Determinação da concentração de Cl<sup>-</sup> na água do Pirajussara*

**Materiais:** Suporte universal, garra, argola, funil de vidro, papel de filtro, béqueres, proveta, erlenmeyer, bureta, solução de cromato de potássio (K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) 5%, solução de nitrato de prata (AgNO<sub>3</sub>) 5 mmol/L, amostra de água do córrego Pirajussara.

**Passo 1)** Monte um sistema de filtração simples (suporte + garra + argola + funil + papel de filtro) e realize a filtração de cerca de 80 ml. de amostra de água do Pirajussara.

**Passo 2)** Com o auxílio de uma proveta, transfira exatamente 25 ml. de amostra já filtrada para um erlenmeyer.

**Passo 3)** Adicione aproximadamente 15 gotas da solução indicadora de K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 5%. Sua amostra deverá adquirir a coloração mostrada na figura 9.2.

**Passo 4)** Monte o sistema de titulação com a bureta e o erlenmeyer conforme ilustrado na figura abaixo:

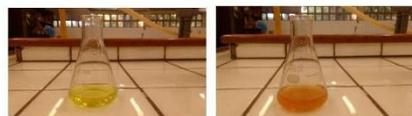


**Figura 9.1:** Esquema do sistema de titulação. Fonte: Estudos em Química.

**Passo 5)** Preencha a bureta com solução de AgNO<sub>3</sub> 5 mmol/L até a marca de 0 mL.

**Passo 6)** Abra lentamente a torneira da bureta de forma que a solução de AgNO<sub>3</sub> goteje na amostra que está no erlenmeyer. Não se esqueça de agitar constantemente o erlenmeyer para misturar as duas soluções.

**Passo 7)** Titule a amostra com a solução de prata até que a coloração seja alterada de amarelada para um alaranjado terroso, conforme ilustra a figura abaixo:

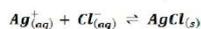


**Figura 9.2:** Amostra de água do Pirajussara antes e após a titulação, à esquerda e à direita, respectivamente. Fonte: os autores.

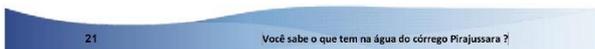
Após a titulação, registre abaixo o valor de solução de AgNO<sub>3</sub> que foi consumido:

Volume de solução de AgNO<sub>3</sub> consumido (mL): \_\_\_\_\_

Em posse dos resultados da titulação e sabendo que o **íon prata (Ag<sup>+</sup>)** reage com o **íon cloreto (Cl<sup>-</sup>)** gerando como produto o **cloreto de prata (AgCl)** segundo a equação química abaixo, determine, com a ajuda de sua professora e de seus colegas a **concentração de Cl<sup>-</sup> na água do córrego Pirajussara**. Não se esqueça de registrar o valor na sua ficha de caracterização!



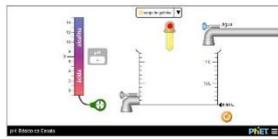
Utilize o espaço a seguir para realizar seus cálculos e anotações.





**Explorando a escala de pH**

Você provavelmente já deve ter ouvido falar em pH por conta de rótulos de produtos como refrigerantes, shampoos e sabonetes. Você se lembra o que significa o pH de um material? Para compreender melhor esse conceito, você fará a exploração da simulação "pH: Básico da Escala", que pode ser acessada pelo link disponível em Moodle.



**Figura 10.1:** Interface da simulação "pH: básico da escala". Fonte: PhET Interactive Simulations.

Siga as instruções abaixo e faça as anotações necessárias.

**Passo 1)** Abra o programa em seu computador e selecione a opção "Ácido de Bateria" no menu acima do conta-gotas.

**Passo 2)** Adicione a solução no recipiente até a marca de 1/2 L.

**Passo 3)** Arraste o medidor de pH para o meio da solução e meça o seu pH. Qual foi o valor obtido? A solução é ácida ou alcalina?

**Passo 4)** Retire o medidor de pH da solução e clique no botão laranja com o sinal "Retornar".

**Passo 5)** Volte ao menu acima do conta-gotas e selecione a opção "Líquido Secante". Repita os passos 2 e 3. Qual foi o valor obtido? A solução é ácida ou alcalina?

**Passo 6)** Repita o passo 4.

**Passo 7)** Mexa na torneira, e adicione água ao recipiente até a marca de 1/2 L.

**Passo 8)** Meça o pH da água. Qual foi o valor obtido? A água é ácida ou básica?

**Passo 9)** Clique no botão laranja para retornar e selecione novamente o "Ácido de Bateria". Adicione o ácido no recipiente até a marca de 1/2 L. Meça novamente o pH.

**Passo 10)** Complete o volume do recipiente com água e meça novamente o pH. O que aconteceu com o valor de pH após adicionarmos água? Qual foi o novo valor obtido?

**Passo 11)** Repita os passos 9 e 10 utilizando o "Líquido Secante". O que aconteceu com o valor de pH após adicionarmos água? Qual foi o novo valor obtido?

**Determinação do pH da água do Pirajussara**

**Materiais:** Fita indicadora de pH, béquer, bastão de vidro, amostra de água do córrego Pirajussara.

**Determinação do pH:** Coloque um pouco de amostra de água do Pirajussara em um béquer e molhe a ponta de um bastão de vidro na amostra. Passe a ponta do bastão de vidro suavemente pela região colorida da fita indicadora e observe a nova coloração adquirida. Compare a cor da fita com a escala reproduzida na figura abaixo e determine o pH da amostra de água. Não se esqueça de registrar o valor obtido em sua ficha de caracterização?

**Valor de pH da amostra:** \_\_\_\_\_



**Figura 10.3:** Escala de cores da fita indicadora de pH. Fonte: Casa Americana.

Em posse dos valores da concentração de CF e do pH da amostra, discuta com sua professora e seus colegas as implicações desses resultados e anote suas conclusões abaixo.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Pergunta do dia...  
 Utilize o espaço abaixo para fazer sua pergunta sobre a aula de hoje:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

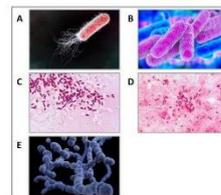
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**AULA 11 – PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS**

Como estimar a presença e a quantidade desses seres microscópicos na amostra de água? É o que faremos experimento da aula de hoje. Mas antes, vamos exercitar nossa capacidade de resolução de problemas com um estudo de caso sobre **contaminação da água**.



**Figura 11.1:** Exemplos de microorganismos patogênicos controlados na água – A: *Escherichia coli*; B: *Klebsiella pneumoniae*; C: *Enterobacter cloacae*; D: *Citrobacter koseri*; E: *Streptococcus pneumoniae*. Fonte: adaptado pelos autores.

**É hora de resolver um problema...**

O caso relatado abaixo é fictício e qualquer semelhança com a realidade é mera coincidência. Para resolvê-lo, utilize seus conhecimentos sobre o ciclo do nitrogênio, o equilíbrio químico e a descrição dos parâmetros microbiológicos dada ao início de sua apostila.

**Parte 1 – O problema...**

A cidade de Lapêquia é uma região completamente rural, na qual todos os moradores habitam em chácaras ou sítios próximos ao Rio Anjo Gabriel, fonte de água para consumo da população e também fonte de renda para os pescadores, vista a grande quantidade de peixes na região.

Recentemente, chegou à cidade um novo morador, Sr. Micael, que construiu sua casa próxima ao rio. Como a cidade não apresenta rede de tratamento e distribuição de água e nem sistema de coleta de esgoto, Micael teve de construir uma fossa para realizar a coleta do próprio esgoto gerado em sua casa.

Algumas semanas depois, os pescadores da cidade começaram a reclamar da alta taxa de mortalidade de peixes, diminuindo a quantidade de pescados e começando a prejudicar a economia da região. Além disso, alguns moradores começaram a relatar problemas de dores abdominais, diarreia, vômitos e febre.

Com as informações inicialmente descritas, você já suspeita qual é a causa do problema? Em caso afirmativo, qual é a sua impressão inicial?

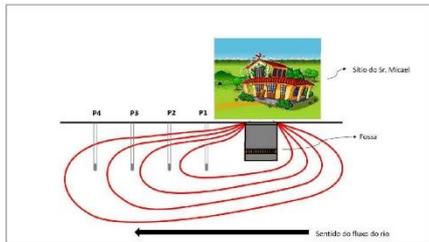
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**Parte 2 – As análises...**

Alarmada com o caso, a prefeitura de Lapeçua solicitou que a Secretaria de Saúde e a Secretaria de Meio Ambiente agissem em conjunto para tentar identificar a causa do problema e solucionar a situação, haja vista as consequências à economia e à saúde da população. Para isso, técnicos das duas secretarias coletaram quatro amostras de água do Rio Anjo Gabriel em diferentes pontos, sendo o primeiro próximo ao sítio do Sr. Micael. O esquema dos pontos de coleta é ilustrado na figura abaixo.



**Figura 12.1:** Esquema da coleta das amostras do rio Anjo Gabriel com destaque para o sítio e a fossa construídos pelo Sr. Micael. Fonte: Blog do Pica-Pau Amarelo e Varner e Hirata, 2000, adaptado pelos autores.

Após as análises das amostras coletadas, cada secretária ficou responsável por divulgar os resultados de parâmetros específicos que foram determinados. A Secretaria de Meio Ambiente realizou a determinação da concentração de oxigênio (O<sub>2</sub>) dissolvido na água e obteve os resultados descritos na tabela 12.1. A Secretaria de Saúde realizou a determinação da quantidade da bactéria *Escherichia coli* nas amostras coletadas e obteve os resultados descritos na tabela 12.2.

**Tabela 12.1:** Resultados da determinação da concentração de O<sub>2</sub> dissolvido nas amostras do rio Anjo Gabriel.

Espécie Química	Concentração (mg/L)				Concentração ideal (mg/L)
	P1	P2	P3	P4	
-					-
O <sub>2</sub>	0,5	2	3	4	acima de 10



**Tabela 12.2:** Resultados da contagem da bactéria *E. coli* nas amostras do rio Anjo Gabriel. UFC – unidade formadora de colônia, é uma unidade de medida para estimar a quantidade de microrganismos vivos em uma amostra. Fonte: os autores.

Microrganismo	Concentração de bactérias (10 <sup>4</sup> UFC*/mL)				VMP
	P1	P2	P3	P4	
-					-
<i>Escherichia coli</i>	5	3	1	0,7	Ausência total

Com base nos dados das tabelas acima, responda:

De acordo com os valores de concentração de O<sub>2</sub> dissolvido e a concentração ideal, a água do rio Anjo Gabriel pode ser considerada potável? Por quê?

\_\_\_\_\_

De acordo com os valores de quantidade da bactéria *E. coli* determinados para as amostras e o valor máximo permitido, a água do rio Anjo Gabriel pode ser considerada potável? Por quê?

\_\_\_\_\_

Sabendo que a bactéria *E. coli* habita, principalmente, o intestino de seres humanos, explique por que a quantidade de bactérias é maior próximo ao sítio do Sr. Micael.

\_\_\_\_\_

Por que a população de Lapeçua começou a sofrer de problemas gastrointestinais após a contaminação do rio?

\_\_\_\_\_

Com base na relação entre a quantidade de microrganismos presentes na água e a quantidade de oxigênio disponível para os outros seres vivos, explique por que os peixes do rio Anjo Gabriel começaram a morrer após a contaminação.

\_\_\_\_\_



**Parte 3 – A solução...**

Após reunir e analisar os dados acima, os funcionários da Secretaria de Saúde e do Meio Ambiente já têm uma conclusão a respeito do caso ocorrido e já sabem que soluções devem ser tomadas.

Após todos os dados observados e discussões, qual foi a conclusão a que os funcionários chegaram? Quais você acredita que sejam as soluções para o problema?

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Agora a população de Lapeçua pode ficar tranquila: a Prefeitura sancionou uma lei que determina que todos os moradores deverão construir em suas casas fossas sépticas para coleta de esgoto, evitando assim a contaminação do rio Anjo Gabriel. Além disso, a Secretaria de Saúde irá disponibilizar a toda a população um frasco com hipoclorito de sódio para desinfecção da água e passará nos sítios e chácaras instruindo as pessoas a ferver e filtrar a água do rio antes de consumi-la. Mais um caso foi solucionado!

**Determinação da concentração de oxigênio (O<sub>2</sub>) dissolvido na água do Pirajussara**  
 Materiais: Tubo para amostra, ampola com solução para determinação de O<sub>2</sub>, seringa, amostra de água do córrego Pirajussara.

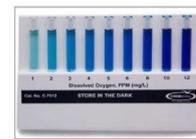
**Passo 1)** Adicione um pouco da amostra de água no tubo de amostra até ultrapassar o limbo em vermelho;

**Passo 2)** Insira a ampola com a solução esverdeada na seringa e coloque o sistema na amostra de forma que a ponta da ampola esteja completamente submersa;

**Passo 3)** Suavemente, pressione a ampola contra a ponta inferior da seringa e aguarde a amostra ser sugada pela ampola. O que aconteceu?

**Passo 4)** Compare a cor obtida pela solução ampola com a escala abaixo. Qual foi a concentração de O<sub>2</sub> obtida para a amostra?

Concentração de O<sub>2</sub> dissolvido na amostra: \_\_\_\_\_



**Figura 11.2:** Escala para determinação da concentração de O<sub>2</sub> dissolvido na amostra. Fonte: CH:Metrics.

Com base no resultado obtido no experimento e nas discussões com a professora e seus colegas, registre suas conclusões no espaço abaixo:

\_\_\_\_\_

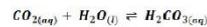
\_\_\_\_\_

**AULA 12 – SOLUBILIDADE E SOLUÇÕES IV: SOLUBILIDADE DE GASES EM ÁGUA**

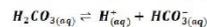
Na aula anterior, verificamos que havia, de fato, uma quantidade de gás O<sub>2</sub> dissolvido na amostra de água analisada. Os fatores que influenciam a solubilidade dos gases em água são um pouco diferentes daqueles para os sólidos. Vamos conhecer esses fatores?

**Estudando o comportamento dos gases dissolvidos**

Para estudar a solubilidade dos gases em água utilizaremos um produto conhecido de nosso cotidiano: a **água gasificada**. A água gasificada é uma amostra de água mineral na qual foi injetado **dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)** gasoso sob alta pressão. Quando o ácido carbônico é dissolvido, ele **reage** com a água gerando como produto o **ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)**, que é responsável pelo gosto característico da água com gás. A equação química abaixo representa esse processo:



Como estudamos na Aula 10, o ácido carbônico sofre ionização em água, liberando **ions H<sup>+</sup>** e deixando a solução **ácida**. A equação abaixo representa esse processo:



Além disso, utilizaremos o **extrato de repolho-roxo**, que contém uma substância chama **betalaina** que funciona como um **indicador ácido-base**, isto é, o extrato tem sua

USP FEUSP LAPEQ

coloração alterada de acordo com a acidez ou basicidade do meio. A variação de cores do extrato de repolho-roxo de acordo com o pH do meio é ilustrada na figura abaixo.



**Figura 12.1:** Colorações adquiridas pelo extrato de repolho-roxo de acordo com o pH do meio. Fonte: Nichele *et al.*, 2015.

Com base nas informações acima, execute os experimentos abaixo para estudar a **solubilidade do CO<sub>2</sub> em água**.

**Materiais:** Tubo de ensaio, placa de madeira, lamparina, cronômetro, garrafas de água gasificada, extrato de repolho-roxo.

**Influência da temperatura na solubilidade dos gases:** Em um tubo de ensaio, coloque aproximadamente dois dedos de água gasificada gelada e adicione cerca de 10 gotas de extrato de repolho-roxo. Qual foi a cor obtida pela amostra?

Leve a amostra ao aquecimento em lamparina e, a partir do tempo t=0, registre na tabela abaixo, de 30 em 30 segundos, até 1 minuto e meio após o início do aquecimento, a coloração obtida pela amostra.

Tempo (s)	Coloração da amostra
30	
60	
90	

Como você explica os resultados obtidos?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Influência da pressão:** Abra uma garrafa de água sem gás e em seguida abra uma garrafa de água gasificada. Qual garrafa emite som quando aberta? Como você justifica esse fato?

USP FEUSP LAPEQ

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Influência conjunta da temperatura e da pressão:** Abra uma garrafa gasificada gelada e em seguida abra uma garrafa de água gasificada a temperatura ambiente. Qual garrafa emite o som mais alto quando aberta? Como você justifica esse fato?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Pergunta de dia...  
Utilize o espaço abaixo para fazer sua pergunta sobre a aula de hoje!

?

?

**AULAS 13 E 14 – CONCLUSÃO DA ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO PIRAJUSSARA**

Finalmente, chegamos às duas últimas aulas de nosso projeto para estudar a potabilidade da água do córrego Pirajussara. Ao longo deste bimestre, pudemos conhecer os **parâmetros de qualidade de água** estabelecidos pela legislação de nosso país e realizamos a análise de uma amostra de água coletada do córrego Pirajussara com base em alguns parâmetros adotados no início da sequência. Em posse de sua **ficha de caracterização** preencha durante as aulas, discuta com a professora e seus colegas os resultados obtidos para as análises e tentem chegar a uma resposta para a seguinte pergunta:

**A água do córrego Pirajussara pode ser considerada potável?**

USP FEUSP LAPEQ



Registre no espaço abaixo suas observações e a conclusão a que chegaram.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**A qualidade do Pirajussara: um problema de interesse científico**

Como você deve ter percebido pelas discussões realizadas acima, alguns dos parâmetros analisados como a concentração de cloro e o pH estão adequados, enquanto a turbidez, a cor e a concentração de oxigênio dissolvido não o estão. Temos de ter em mente que os parâmetros adotados e analisados em nosso projeto são poucos e não conseguem satisfazer a completude de fatores que afetam a qualidade de uma amostra de água. Isto, porque temos limitações técnicas em nosso laboratório, como a ausência de equipamentos mais sofisticados de análise. No entanto, podemos concluir parcialmente que, de fato, a água do córrego Pirajussara não está adequada ao consumo humano.

Como discutido no início do projeto, a questão da má qualidade da água do Pirajussara é um problema que afeta grande parcela da população e exige medidas urgentes. No intuito de estudar a situação do córrego, no ano de 2014, pesquisadores da Universidade de São Paulo realizaram um projeto de monitoramento da qualidade de diversas fontes de água no interior e próximas à Cidade Universitária. Também já vimos que o trecho final do Pirajussara, próximo à foz no Rio Pinheiros, passa pelo interior da Cidade Universitária, sendo que o monitoramento da água desse trecho também foi monitorado pelos pesquisadores. Os resultados dessas análises foram disponibilizados no site “RHIUSP – Monitoramento de Recursos Hídricos da USP” cujo link está disponível abaixo:

<http://rhiusp.saltambiental.com.br/>

33 Você sabe o que tem na água do córrego Pirajussara ?

USP FEUSP LAPEQ



**Figura 13.1:** Interface do website RHIUSP. Fonte: RHIUSP – Monitoramento dos recursos hídricos da USP.

A partir da visita guiada ao site por sua professora e das discussões dos resultados encontrados, reflita novamente e responda: **a água do Pirajussara pode ser considerada potável?**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**A qualidade do Pirajussara: um problema de interesse social**

Muito mais do que um problema ambiental, a poluição do córrego Pirajussara gera problemas também de caráter social. A ocupação das margens do córrego e o descarte irregular de lixo acabam por provocar enchentes quando da ocorrência de chuvas fortes na região e por consequência acabam por deixar vários moradores desabrigados e desamparados. Soluções já foram tentadas para superar o problema como a canalização do córrego em seu trecho urbano, porém a questão das enchentes é sempre recorrente.

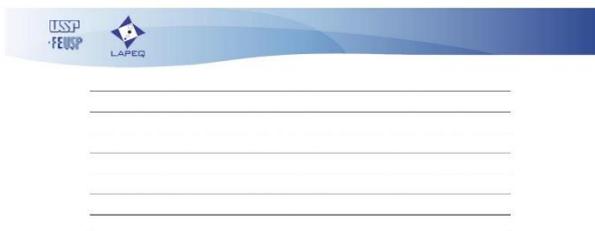
Acompanhe as reportagens reproduzidas abaixo que ilustram como as regiões próximas ao córrego são atingidas pelas enchentes há vários anos:

**Texto 1 – Enchente volta ao Pirajussara**

Comerciantes e moradores da avenida Professor Luciano Gualberto, em frente à Cidade Universitária (zona sudoeste de SP) tiveram que voltar a conviver com as enchentes, que não aconteciam há dois anos. Isso porque a prefeitura não fez a manutenção das obras de canalização do córrego Pirajussara, concluídas em 96. O acúmulo de lixo no desguado do córrego para o rio Pinheiros fez o nível das águas voltar a subir durante as chuvas, na semana passada, quando a Cidade Universitária chegou a ficar ilhada por algumas horas. Uma árvore chegou a nascer junto ao mato e lixo que entopem o desguado.

34 Você sabe o que tem na água do córrego Pirajussara ?





\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

É com todas essas discussões e encaminhamentos que finalizamos nosso projeto. Conhecemos quais são os parâmetros de qualidade de água, fizemos análises do córrego Pirajussara, pudemos verificar as diversas faces do problema de sua poluição, e acima de tudo, compreendemos como a Química se relaciona intimamente com tais questões. Fica a mensagem de que, como cidadão ativos e participativos em um sistema democrático, devemos exercer nosso papel de fala e cobrar nossos representantes políticos para soluções adequadas e urgentes a um problema tão grave que é o precário saneamento básico a nível municipal, estadual e federal! Esperamos que vocês tenham gostado do projeto e obrigado pela sua participação!



#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACCI, D. L. C.; PATACA, E. M.; JACOBI, P. R.; SILVA, P. A. R.; BEDUSCHI FILHO, L. C. **Educação na água do Pirajussara – uma proposta de educação ambiental**. Revista de Cultural e Extensão USP, v. 2, p. 41 – 53, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/pr2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/pr2914_12_12_2011.html). Acesso em: 15 de março de 2017.

FOLHA DE S. PAULO. **Enchentes voltam ao Pirajussara**. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/spcotidian/1015029826.htm>. Acesso em 12 de março de 2018.

G1. **Chuva causa transtornos e alaga ruas do Campo Limpo, na Zona Sul de SP**. Disponível em: <https://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/chuva-causa-transtornos-e-alagamentos-do-campo-limpo-na-zona-sul-de-sp.ghtml>

**Córrego Pirajussara transborda na região de Guarapiranga**. Disponível em: [http://g1.globo.com/Noticias/SaoPaulo/0\\_MUL160843-5605-00-CORREGO\\_PIRAJUSSARA\\_TRANSBORDA\\_NA\\_REGIAO\\_DE\\_GUARAPIRANGA.html](http://g1.globo.com/Noticias/SaoPaulo/0_MUL160843-5605-00-CORREGO_PIRAJUSSARA_TRANSBORDA_NA_REGIAO_DE_GUARAPIRANGA.html). Acesso em 12 de março de 2018.

R7. **Chuva faz córrego Pirajussara transbordar, Campo Limpo entra em estado de alerta**. Disponível em: <https://noticias7.com/sao-paulo/chuva-faz-corrego-pirajussara-transbordar-campo-limpo-entra-em-estado-de-alerta-26122015>. Acesso em: 12 de março de 2018.



#### ANEXO 1 – FICHA DE CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Grupo nº: \_\_\_\_\_

Integrantes: \_\_\_\_\_

##### 1) Caracterização dos Parâmetros Físicos

Temperatura (°C): \_\_\_\_\_

Cor (s.u.): \_\_\_\_\_ (ideal = incolor)

Turbidez (s.u.): \_\_\_\_\_ (ideal = -)

Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ): \_\_\_\_\_ (ideal: até  $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ )

##### 2) Caracterização dos Parâmetros Químicos

pH (s.u.): \_\_\_\_\_ (ideal: 6,0 – 9,5)

Volume da viragem da titulação (mL): \_\_\_\_\_

Concentração de cloroeto ( $\text{Cl}^-$ ) na amostra ( $\text{mg L}^{-1}$ ): \_\_\_\_\_ (ideal: até  $250 \text{mg L}^{-1}$ )

##### 3) Caracterização dos Parâmetros Microbiológicos

Concentração de  $\text{O}_2$  dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ ): \_\_\_\_\_ (ideal: acima de  $10 \text{mg L}^{-1}$ )



#### ANEXO 2 – LISTA DE EXERCÍCIOS

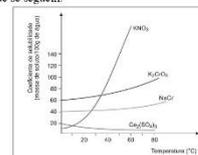
##### Aulas 3 e 4 – Modelos de Solubilidade

Suponha que você adicione uma colher de sal cloroeto de potássio (KCl) a um recipiente contendo água suficiente para dissolver completamente a massa de sal adicionada. Utilizando o modelo de esferas estudada na aula, **explique o que acontece com as partículas de KCl após sua dissolução em água**. Para tanto, apresente sua resposta de três formas distintas:

- Em forma de texto corrido.
- Em forma de equação química.
- Em forma de um desenho que represente as partículas de KCl e as moléculas de água.

##### Aulas 5 e 6 – Curva de solubilidade e tipos de soluções

Considere as curvas de solubilidade dos sais nitrato de potássio ( $\text{KNO}_3$ ), cromato de potássio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ), cloroeto de sódio (NaCl) e sulfato de cério ( $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ ) em água e responda aos itens que se seguem.



- Indique a ordem crescente de solubilidade dos sais a  $20^\circ\text{C}$  e a  $40^\circ\text{C}$ .
- Se tomarmos dois recipientes contendo  $50 \text{g}$  de água a  $30^\circ\text{C}$  e adicionarmos  $25 \text{g}$  de NaCl ao primeiro e  $25 \text{g}$  de  $\text{KNO}_3$  ao segundo, como podemos classificar as soluções obtidas em cada um dos recipientes (insaturada, saturada ou supersaturada)? Justifique sua resposta.

##### Aulas 7 e 8 – Concentração de soluções

O soro fisiológico é uma solução de cloroeto de sódio (NaCl)  $9 \text{g/L}$  utilizada para promover a reposição de água e ions sódio ( $\text{Na}^+$ ) e cloroeto ( $\text{Cl}^-$ ) de pessoas que necessitam de hidratação. Em posse da informação acima, responda:

- Qual é a concentração molar de NaCl no soro fisiológico? Dado: massa molar de NaCl =  $58,5 \text{g/mol}$
- Caso você tenha preparado uma solução  $0,5 \text{mol/L}$  de NaCl, que procedimento você deveria fazer para que essa solução fosse classificada como soro fisiológico: adicionar NaCl ou adicionar água à solução original? Justifique sua resposta.

##### Aulas 9 e 10 - pH

Imagine que você tem à sua disposição quatro frascos contendo as seguintes soluções: I –  $\text{HCl } 0,01 \text{mol/L}$



- II – HCl 0,1 mol/L.  
III – NaOH 0,1 mol/L.  
IV – NaOH 0,01 mol/L.

- a) Quais soluções são consideradas ácidas e quais são consideradas básicas? Por quê?  
b) Coloque as soluções acima em ordem crescente de pH e justifique sua resposta.

**Aulas 11 e 12 – Parâmetros microbiológicos**

(UNESP) A poluição térmica, provocada pela utilização de água de rio ou mar para refrigeração de usinas termoeletricas ou nucleares, vem do fato da água retornar ao ambiente em temperatura mais elevada que a inicial. Este aumento de temperatura provoca alteração do meio ambiente, podendo ocasionar modificações nos ciclos de vida e de reprodução e, até mesmo, a morte de peixes e plantas. O parâmetro físico-químico alterado pela poluição térmica, responsável pelo dano ao meio ambiente, é:

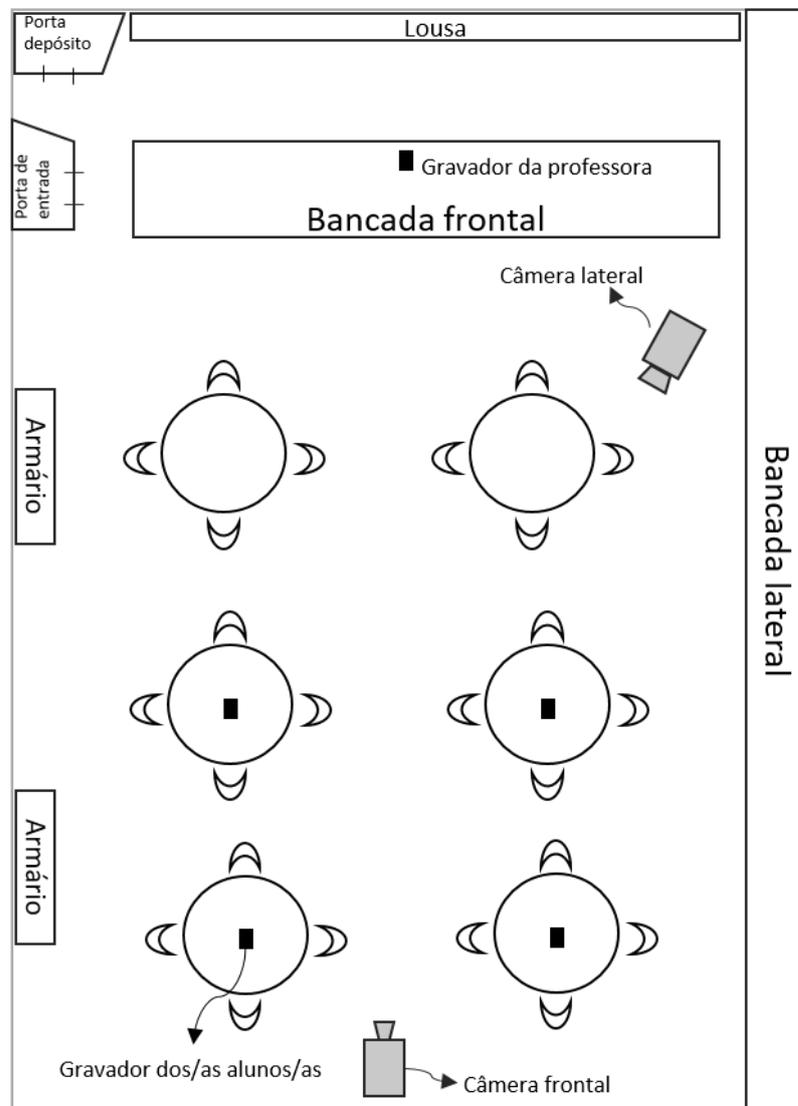
- A) a queda de salinidade da água.  
B) a diminuição da solubilidade do oxigênio na água.  
C) o aumento da pressão de vapor da água.  
D) o aumento da acidez da água, devido a maior dissolução de dióxido de carbono na água.  
E) o aumento do equilíbrio iônico da água.

**Apêndice C – Questionário de Caracterização Sociocultural dos/as Estudantes Participantes da Pesquisa**

<b>Q1</b>	Qual é a cidade em que você reside? E o seu bairro? Há quanto tempo você reside nesse local?
<b>Q2</b>	Você trabalha ou apenas estuda? Se trabalha, quantas horas por dia? E em que turno (tarde ou noite)?
<b>Q3</b>	Você tem acesso à Internet? Quais são suas formas de acesso (computador, celular, tablet)? Quais páginas você costuma acessar?
<b>Q4</b>	Quais fontes de informações você busca para o seu cotidiano e pesquisas (Internet, jornais, revistas, televisão etc.)?
<b>Q5</b>	Você gosta da disciplina de Química? Justifique.
<b>Q6</b>	Quais são as atividades das aulas de Química de que você mais gosta? a) Experimentos b) Discussões c) Atividades de Pesquisa d) Aulas de Exercícios e) Outros (descreva)
<b>Q7</b>	Você acredita que a disciplina de Química tem relevância para a sua vida fora da escola?
<b>Q8</b>	Você tem planos posteriores à Educação Básica? Se sim, quais?
<b>Q9</b>	Você sabe qual é a origem da água que consome em sua casa? a) Água distribuída pela Sabesp (encanada) b) Poço artesiano c) Cisterna d) Abastecimento por caminhão-pipa e) Outros (descreva)
<b>Q10</b>	Qual é o sistema de recolhimento de esgoto presente em sua casa? a) Coleta pela Sabesp b) Fossa séptica c) Não sei/Outros (descreva)
<b>Q11</b>	Seu bairro possui um sistema de coleta seletiva de lixo, isto é, você separa o lixo orgânico dos materiais recicláveis?

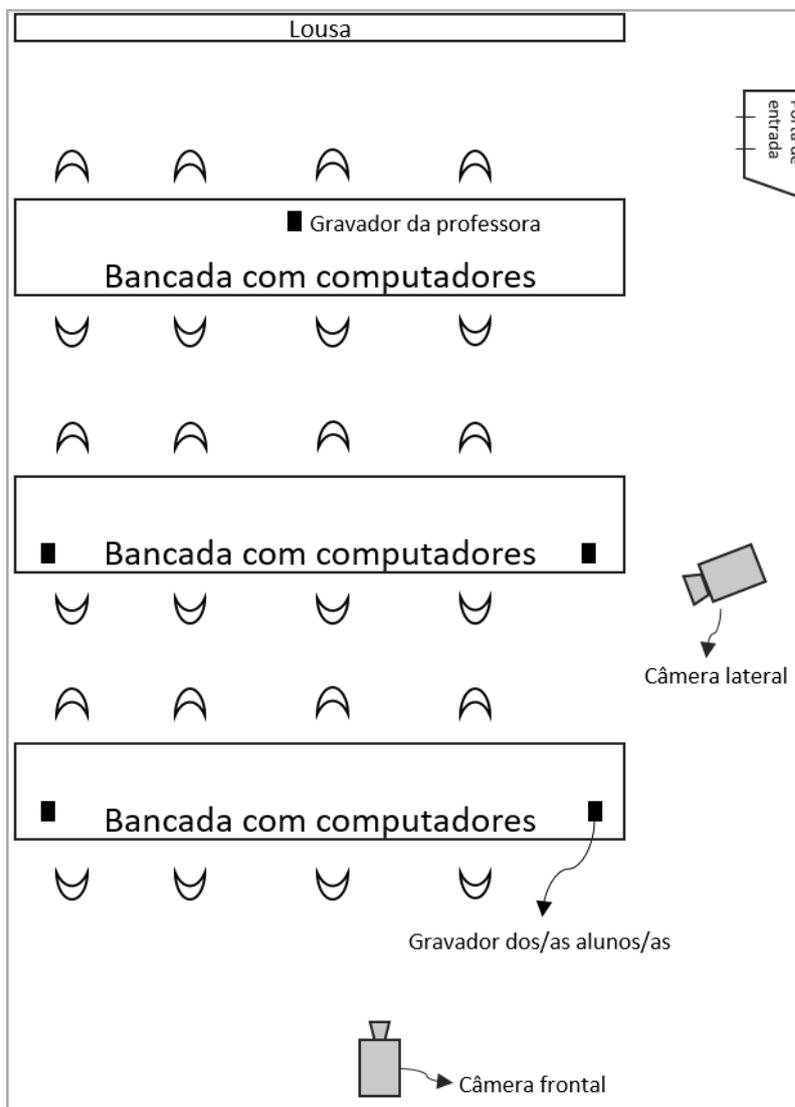
Fonte: os autores e Profa. Áurea.

## Apêndice D – Croqui com Esquema de Gravação do Laboratório Didático de Ciências

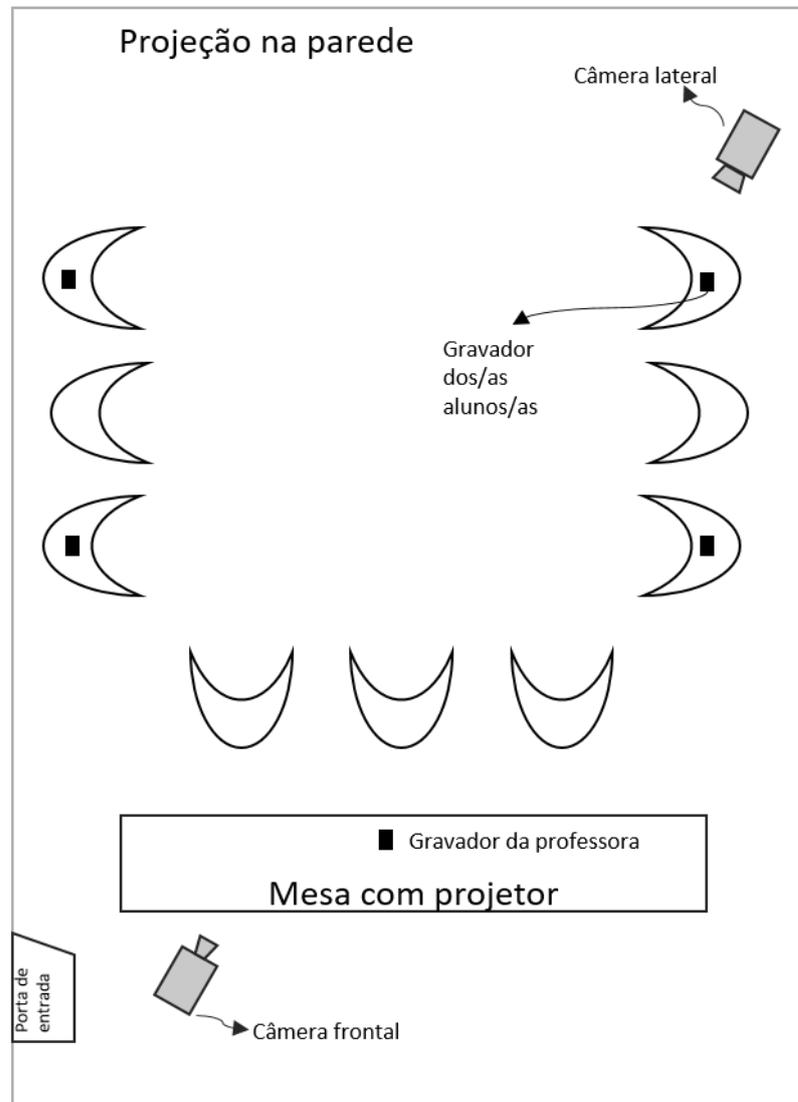


Fonte: os autores.

## Apêndice E – Croqui com Esquema de Gravação do Laboratório de Informática



Fonte: os autores.

**Apêndice F – Croqui com Esquema de Gravação da Sala de Vídeo**

Fonte: os autores.

## Apêndice G – Modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Destinado à Professora



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARTICIPAÇÃO NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA “VOCÊ SABE O QUE TEM NA ÁGUA DO CÓRREGO PIRAJUSSARA?”

Via do pesquisador:

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, concordo participar como voluntário/a da aplicação da Sequência Didática “**Você sabe o que tem na água do córrego Pirajussara?**”, 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)** pelo pesquisador Gabriel Saraiva Gomes, orientado pelo Prof. Dr. Marcelo Giordan, os quais podem ser contatados pelos endereços de e-mail gabriel.saraiva.gomes@usp.br ou giordan@usp.br, ou pelo telefone (11)3091-8266. O presente trabalho tem por objetivo desenvolver uma sequência didática de análise da qualidade da água do córrego Pirajussara nas aulas de Química ao longo do segundo bimestre do ano letivo e o instrumento utilizado será o **registro audiovisual das aulas aplicadas, aplicação de questionários e realização de entrevistas**. 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 pela pesquisa garantem o sigilo, assegurando a privacidade dos sujeitos quanto aos dados envolvidos na pesquisa. Declaro que autorizo a gravação das minhas imagens nesta sequência didática e reprodução deste material com finalidade exclusivamente científica e didática, e compreendo que essa participação não inclui nenhum tipo de pagamento.

Local: \_\_\_\_\_, Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura

## Apêndice H – Modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Destinado aos/às Responsáveis pelos/as Estudantes



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARTICIPAÇÃO NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA “VOCÊ SABE O QUE TEM NA ÁGUA DO CÓRREGO PIRAJUSSARA?”

#### Via do pesquisador:

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, declaro saber da participação de meu/minha filho/a \_\_\_\_\_, da 2<sup>a</sup> ( )/ 3<sup>a</sup> ( ) série do Ensino Médio na aplicação da Sequência Didática “**Você sabe o que tem na água do córrego Pirajussara?**”, 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)** pelo pesquisador Gabriel Saraiva Gomes, orientado pelo Prof. Dr. Marcelo Giordan, os quais podem ser contatados pelos endereços de e-mail gabriel.saraiva.gomes@usp.br ou giordan@usp.br, ou pelo telefone (11)3091-8266. O presente trabalho tem por objetivos desenvolver uma sequência didática de análise da qualidade da água do córrego Pirajussara nas aulas de Química ao longo do segundo bimestre do ano letivo, incluindo uma **visita à Faculdade de Educação da USP** (localizada à Avenida da Universidade, 308 – Butantã; CEP: 05508-040) no dia **02 de maio de 2018 (para os alunos da 2<sup>a</sup> série)** ou **03 de maio de 2018 (para os alunos da 3<sup>a</sup> série)**, e o instrumento utilizado será o **registro audiovisual das aulas aplicadas**. 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 pela pesquisa garantem o sigilo, assegurando a privacidade dos sujeitos quanto aos dados envolvidos na pesquisa. Declaro que autorizo a visita à universidade e a gravação das imagens do estudante supracitado nesta sequência didática e reprodução deste material com finalidade exclusivamente científica e didática, e compreendo que essa participação não inclui nenhum tipo de pagamento.

Local: \_\_\_\_\_, Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do/a responsável

### Apêndice I – Mapa Documental do Plano de Ensino da SD

A	At	Duração (min)	Descrição	Abordagem Comunicativa	Propósito	Material de Apoio
1	1	5	Proposição do projeto.	N/A	Apresentar SD	Projeção
	2	10	Sensibilização dos alunos.	I/D	Apresentar problematização (AP); Discutir problematização (DP)	Projeção
	3	10	Caracterização do córrego Pirajussara.	N/A	AP	Projeção
	4	30	Amostragem da água do córrego Pirajussara.	I/D; N/A	Observação de campo (OC)	Aparato de coleta
	5	5	Fechamento da aula 1.	N/A	Concluir aula (CA); Fazer encaminhamentos (FE)	(-)
2	6	5	Levantamento de ideias prévias sobre a qualidade da água.	I/D	DP	Apostila
	7	15	Leitura e discussão de texto sobre os parâmetros de qualidade de água.	N/D; I/A	Discutir conteúdo e problematização (DCP)	Apostila
	8	15	Análise dos parâmetros físicos.	N/A; I/A	Realizar experimento de articulação entre conteúdo e problematização (RECP)	Aparato experimental; Apostila
	9	10	Fechamento da aula 2.	I/A; N/A	DCP; CA	Apostila
<b>Total:</b>		<b>105</b>	<b>(-)</b>			
3	1	10	Colóquio da atividade experimental.	N/A	Orientar atividade (OA)	Projeção; Apostila
	2	20	Experimento sobre solubilidade de compostos.	I/A	Relacionar experimento relacionado ao conteúdo (REC)	Aparato experimental; Apostila
	3	20	Formalização conceitual sobre o princípio da solubilidade e fechamento da aula 3.	I/A; N/A	Discutir conteúdo (DC); Apresentar conteúdo (AC); CA	Projeção; Apostila
4	4	5	Retomada da atividade experimental.	N/A	AC	(-)

	5	15	Exploração de modelos de solubilidade de sólidos em água.	I/A	Explorar simulação relacionada ao conteúdo (ESC)	Simulação digital
	6	20	Formalização conceitual sobre modelos de solubilidade e soluções.	I/A; N/A	AC	Projeção
	7	10	Exercícios e fechamento da aula 4.	N/A; I/A	CA; Realizar exercício relacionado ao conteúdo (RExC)	Apostila
<b>Total:</b>		<b>100</b>	(-)			
5	1	30	Construção da curva de solubilidade do nitrato de potássio.	I/A	RExC	Apostila
	2	30	Formalização conceitual sobre curvas de solubilidade e tipos de soluções	I/A; N/A	AC	Projeção
6	3	30	Experimento de preparo de soluções.	I/A	REC	Aparato experimental; Apostila
	4	10	Exercícios e fechamento da aula 6.	N/A; I/A	CA; RExC	Apostila
<b>Total:</b>		<b>100</b>	(-)			
7	1	20	Exploração do equilíbrio de solubilidade.	N/A; I/A	ESC	Simulação digital
	2	20	Formalização conceitual sobre equilíbrio de solubilidade.	I/A; N/A	DC; AC	Simulação digital; Projeção
	3	10	Exercícios e fechamento da aula 7.	N/A; I/A	CA; RExC	Apostila
8	4	20	Formalização conceitual sobre concentração de soluções.	N/A	AC	Projeção
	5	20	Exploração da concentração de soluções.	I/A	ESC	Simulação digital
	6	10	Exercícios e fechamento da aula 8.	N/A; I/A	CA; RExC	Apostila
<b>Total:</b>		<b>100</b>	(-)			

9	1	10	Colóquio da atividade experimental.	N/A	ao	Projeção; Aparato experimental
	2	25	Determinação da concentração de cloreto nas amostras de água por titulação.	I/A	RECP	Aparato experimental; Apostila
	3	15	Discussão de resultados e fechamento da aula 9.	I/A; N/A	DGP; CA	Lousa; Aparato experimental; Apostila
10	4	15	Exploração do pH de soluções.	N/A; I/A	ESC	Simulação digital
	5	15	Formalização conceitual sobre a teoria ácido-base de Arrhenius e pH.	I/A; N/A	AC	Projeção
	6	10	Determinação do pH das amostras de água.	N/A; I/A	RECP	Aparato experimental; Apostila
	7	10	Exercícios e fechamento da aula 10.	N/A; I/A	CA; RExC	Apostila
<b>Total:</b>		<b>100</b>	(-)			
11	1	30	Estudo de caso sobre contaminação de água	N/A; I/A	Realizar exercício de articulação entre conteúdo e problematização (RExCP)	Apostila
	2	15	Determinação da concentração de oxigênio dissolvido nas amostras de água.	N/A; I/A	RECP	Aparato experimental; Apostila
	3	5	Fechamento da aula 11	I/A; N/A	DGP; CA	(-)
12	4	5	Retomada da atividade experimental.	N/A	AC	Apostila
	5	20	Estudo da solubilidade de gases em água.	N/A; I/A	REC	Aparato experimental; Apostila
	6	15	Formalização conceitual sobre a solubilidade de gases em água.	I/A; N/A	DC; AC	Projeção
	7	10	Exercícios e fechamento da aula 12.	N/A; I/A	CA; RExC	Apostila
<b>Total:</b>		<b>100</b>	(-)			

<b>13</b>	<b>1</b>	25	Reunião de resultados e discussão sobre a qualidade da água do córrego Pirajussara.	I/A	DCP	Apostila
<b>14</b>	<b>2</b>	20	Leitura e síntese de notícias sobre o córrego Pirajussara.	I/D	DP	Apostila
	<b>3</b>	20	Discussão sobre os impactos da urbanização sobre a qualidade da água do córrego Pirajussara.	I/D	DP	Apostila
	<b>4</b>	35	Produção textual final e conclusão da sequência didática.	N/A; I/D	Concluir a SD; DP	Apostila
<b>Total:</b>		<b>100</b>	(-)			

Fonte: os autores.

### Apêndice J – Mapa Multinível da Aplicação da SD

A	At	Ep	Ti (hh:mm:ss)	Duração (hh:mm:ss)	Descrição	Abordagem Comunicativa	Propósito	Material de Apoio	%
1	1	01	00:00:00	00:01:57	Preparação da projeção.	(-)	(-)	(-)	1,5
		02	00:01:57	00:06:27	Instruções sobre o material de apoio e acesso ao AVA.	N/A	OA	Apostila	5,1
		03	00:08:24	00:02:15	Entrega das apostilas e recolhimento dos dados dos grupos formados pelos alunos.	(-)	OA	(-)	1,8
		04	00:10:39	00:04:25	Apresentação da SD e leitura do texto de apresentação da apostila.	I/A	Apresentar SD	Apostila	3,5
	2	05	00:15:04	00:06:00	Discussão sobre possíveis usos para a água e sua qualidade.	I/D	DP	Projeção	4,7
		06	00:21:04	00:00:29	Início da caracterização do córrego Pirajussara.	N/A	AP	Projeção	0,4
		07	00:21:33	00:08:00	Resposta à discussão sobre usos da água na apostila.	I/D	DP	Apostila	6,3
		08	00:29:33	00:00:38	Retomada da caracterização do córrego Pirajussara.	N/A	AP	Projeção	0,5
	3	09	00:30:11	00:03:58	Exibição de trecho de documentário.	N/A	AP	Projeção	3,1
		10	00:34:09	00:04:55	Discussão sobre o vídeo assistido.	I/D	DP	Projeção	3,9
		11	00:39:04	00:04:07	Leitura dos mapas presentes na apostila.	I/D	DP	Apostila	3,2
	4	12	00:43:11	00:01:09	Leitura do texto de preparação para a coleta das amostras de água.	I/A	OA	Apostila	0,9
		13	00:44:20	00:02:38	Preparação para a coleta da amostra de água.	N/A	OA	Apostila	2,1

		14	00:00:00	00:04:38	Observação do ambiente do córrego Pirajussara.	I/D	OC	Apostila	3,7
		15	00:04:38	00:02:25	Instruções para a coleta das amostras da água.	N/A	OA	Aparato de coleta	1,9
		16	00:07:05	00:15:40	Coleta das amostras de água.	I/D	OC	Aparato de coleta	12,4
5	17	00:22:43	00:00:30	Finalização da coleta das amostras de água e reunião dos alunos para volta ao laboratório.	I/D	OC	Aparato de coleta	0,4	
2	6	18	00:00:00	00:03:13	Discussão sobre qualidade de água e saneamento básico.	I/D	DP	Projeção	2,5
		19	00:03:13	00:02:53	Resposta sobre parâmetros de qualidade de água na apostila.	I/D	DP	Apostila	2,3
	7	20	00:06:06	00:09:34	Exposição sobre saneamento básico.	I/D	AP	Projeção	7,6
		21	00:15:40	00:01:12	Introdução aos parâmetros de qualidade de água.	I/D	DP	Projeção	1,0
		22	00:16:54	00:10:57	Leitura e discussão de texto sobre parâmetros de qualidade de água.	I/A	DCP	Apostila	8,6
	8	23	00:27:51	00:04:46	Instruções para a análise dos parâmetros físicos das amostras de água.	N/A	OA	Aparato experimental	3,8
		24	00:32:35	00:09:45	Determinação dos parâmetros físicos das amostras de água.	I/D	RECP	Aparato experimental	7,7
	9	25	00:42:20	00:03:39	Discussão dos resultados da análise dos parâmetros físicos.	I/D	DCP	Apostila	2,9
		26	00:45:59	00:03:34	Orientações finais e recolhimento das apostilas.	I/A	OA	Apostila	2,8
		27	00:49:33	00:06:51	Fechamento da aula.	(-)	(-)	(-)	5,4
<b>Total:</b>		<b>02:06:35</b>		<b>(-)</b>					<b>100</b>

3	1	01	00:00:00	00:01:26	Acomodação dos alunos no laboratório de Ciências.	(-)	(-)	(-)	1,6
		02	00:01:26	00:03:30	Entrega das apostilas e término da acomodação dos alunos.	(-)	(-)	(-)	3,8
		03	0:04:56	00:00:54	Instruções sobre o uso da apostila e orientações iniciais.	N/A	OA	Apostila	1,0
		04	00:05:50	00:03:53	Retomada do problema da SD.	I/A	RP	Apostila	4,3
		05	00:09:43	00:08:12	Formalização conceitual sobre solubilidade e soluções.	I/D	AC	Apostila	9,0
		06	00:17:55	00:02:34	Instruções para o experimento de determinação da solubilidade dos materiais em água.	N/A	OA	Apostila	2,8
	2	07	00:20:29	00:24:01	Execução do experimento de determinação da solubilidade e condutividade de soluções.	I/D	REC	Aparato experimental	26,3
3	<b>Não aplicada</b>								
4	4	08	00:44:30	00:04:53	Discussão dos resultados do experimento de determinação da solubilidade.	I/D	DC	Apostila	5,4
		09	00:49:23	00:03:14	Discussão dos resultados do experimento de determinação da condutividade de soluções.	I/D	DC	Apostila	3,5
		10	00:52:37	00:00:56	Preparação para a exploração de simulação digital.	N/A	OA	(-)	1,0

	5	11	00:53:33	00:05:12	Condução dos alunos e acomodação no laboratório de informática.	(-)	(-)	(-)	5,7
		12	00:58:45	00:16:10	Exploração da simulação digital da condutividade de soluções aquosas.	I/D	ESC	Simulação digital	17,9
	6	13	01:14:55	00:03:46	Formalização conceitual sobre modelos de solubilidade de sólidos em água.	I/A	DC	Simulação digital	4,1
		14	01:18:41	00:02:39	Retomada do problema da SD.	I/A	RP	(-)	2,9
		15	01:21:20	00:01:19	Pausa para a professora buscar a amostra de água.	(-)	(-)	(-)	1,4
		16	01:22:39	00:04:26	Formalização conceitual sobre polaridade dos materiais e solubilidade.	I/A	AC	Simulação digital	4,9
	7	17	01:27:05	00:02:10	Medição da condutividade elétrica da amostra de água.	I/A	RECP	Aparato experimental	2,4
		18	01:29:15	00:01:54	Fechamento da aula.	N/A	CA	(-)	2,1
<b>Total:</b>		<b>01:31:09</b>			<b>(-)</b>				<b>100</b>
5	I	01	00:00:00	00:02:32	Acomodação dos alunos no laboratório de Ciências.	(-)	(-)	(-)	2,6
		02	00:02:32	00:03:17	Entrega das apostilas e término da acomodação dos alunos.	(-)	(-)	(-)	3,4
		03	00:05:49	00:01:14	Orientações sobre os materiais que serão usados no experimento da aula.	N/A	OA	Aparato experimental	1,3
		04	00:07:03	00:02:12	Instruções sobre a seção de formulação de perguntas na apostila.	N/A	OA	Apostila	2,3
		05	00:09:15	00:22:50	Revisão de conteúdos da aula anterior.	I/A	RC	Lousa	23,7

	I	06	00:32:05	00:02:01	Retomada do problema da SD.	I/A	RP	Apostila	2,1	
		07	00:34:06	00:02:03	Instruções para a construção da curva de solubilidade.	N/A	OA	Apostila	2,1	
		08	00:36:09	00:24:28	Distribuição de materiais e construção do gráfico.	I/A	RExC	Apostila	25,4	
	II	09	01:00:37	00:03:38	Instruções para o cálculo da solubilidade de um sal a partir da curva construída.	N/A	RExC	Lousa	3,8	
		10	01:04:15	00:02:11	Cálculo da solubilidade do $\text{KNO}_3$ para uso no experimento.	I/A	RExC	Apostila	2,3	
	2	<b>Não aplicada</b>								
6	3	11	01:06:26	00:26:34	Execução do experimento sobre tipos de soluções.	I/A	REC	Aparato experimental	27,6	
		12	01:33:00	00:03:16	Fechamento da aula.	N/A	CA	(-)	3,4	
	4	<b>Não aplicada</b>								
<b>Total:</b>		<b>01:36:16</b>			<b>(-)</b>					<b>100</b>
7	I	01	00:00:00	00:04:42	Acomodação dos alunos no laboratório de informática e entrega das apostilas.	(-)	(-)	(-)	5,4	
		02	00:04:42	00:05:22	Orientações para o acesso ao AVA.	N/A	OA	(-)	6,1	
		03	00:10:04	00:07:32	Revisão de conteúdos da aula anterior.	I/A	RC	Projeção	8,6	
	1	04	00:17:36	00:00:51	Formulação de pergunta na apostila.	(-)	(-)	(-)	1,0	
		05	00:18:27	00:02:09	Retomada do problema da SD.	I/A	RP	(-)	2,4	
		06	00:20:36	00:00:54	Instruções para a exploração da simulação digital do equilíbrio de solubilidade do $\text{NaCl}$ .	N/A	OA	Apostila	1,1	

		<b>07</b>	00:21:30	00:13:55	Exploração da simulação digital do equilíbrio de solubilidade do NaCl.	I/D	ESC	Simulação digital	15,9
	<b>2</b>	<b>08</b>	00:35:25	00:03:58	Exploração da simulação guiada pela professora.	I/A	ESC	Simulação digital	4,5
		<b>09</b>	00:39:23	00:06:48	Formalização conceitual sobre equilíbrio de solubilidade.	I/A	DC	Lousa	7,8
	<b>3</b>	<b>Não aplicada</b>							
<b>8</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	00:46:11	00:02:50	Instruções para a exploração da simulação digital da concentração de soluções aquosas.	N/A	OA	Apostila	3,3
		<b>11</b>	00:49:01	00:08:50	Exploração da simulação digital da concentração de soluções aquosas.	I/D	ESC	Simulação digital	10,1
		<b>12</b>	00:57:51	00:00:52	Revisão das observações da primeira parte da exploração da simulação.	I/A	DC	Simulação digital	1,0
		<b>13</b>	00:58:43	00:09:10	Continuação da exploração da simulação digital da concentração de soluções aquosas.	I/A	ESC	Simulação digital	10,5
	<b>4</b>	<b>14</b>	01:07:53	00:01:43	Revisão das observações da segunda parte da exploração da simulação.	I/A	DC	Simulação digital	1,0
		<b>15</b>	01:09:36	00:06:41	Formalização conceitual sobre concentração de soluções.	I/A	AC	Lousa	8,6
	<b>6</b>	<b>16</b>	01:16:17	00:01:21	Orientações para a aula seguinte.	N/A	OA	(-)	1,5
		<b>17</b>	01:17:38	00:02:41	Retomada conceitual para retirar dúvida dos alunos.	I/A	RC	Lousa	3,0
		<b>18</b>	01:20:19	00:05:22	Formulação de pergunta na apostila.	(-)	(-)	(-)	6,1
		<b>19</b>	01:25:41	00:01:48	Fechamento da aula.	N/A	CA	(-)	2,1
	<b>Total:</b>		<b>01:27:29</b>		<b>(-)</b>				

9	I	01	00:00:00	00:04:33	Acomodação dos alunos no laboratório de Ciências e entrega das apostilas.	(-)	(-)	(-)	4,8
		02	00:04:33	00:14:55	Revisão de conteúdos da aula anterior.	I/A	RC	Lousa	15,8
	1	03	00:19:28	00:10:21	Instruções para o experimento de titulação do cloreto nas amostras de água.	I/A	OA	Lousa	11,0
		2	04	00:29:49	00:29:53	Execução do experimento de titulação do cloreto nas amostras de água.	I/A	RECP	Aparato experimental
	05		00:59:42	00:02:58	Reorganização da turma após a execução do experimento.	(-)	(-)	(-)	3,1
	06		01:02:40	00:01:24	Instruções para o preenchimento da apostila e preparação para o tratamento de resultados.	N/A	OA	Apostila	1,5
	3	07	01:04:04	00:10:44	Cálculo da concentração de cloreto na amostra de água da foz do córrego Pirajussara.	I/A	RExCP	Lousa	11,4
		08	01:14:48	00:03:35	Retomada do problema da SD.	I/A	RP	(-)	3,8
		09	01:18:23	00:13:40	Cálculo da concentração de cloreto na amostra de água da nascente pelos alunos.	I/A	RExCP	Apostila	14,5
		10	01:32:03	00:00:35	Breve discussão acerca do parâmetro analisado.	I/A	DCP	Apostila	0,6
		11	01:32:38	00:01:38	Fechamento da aula.	N/A	CA	(-)	1,7
10	4	<b>Não aplicada</b>							
	5								
	6								
	7								

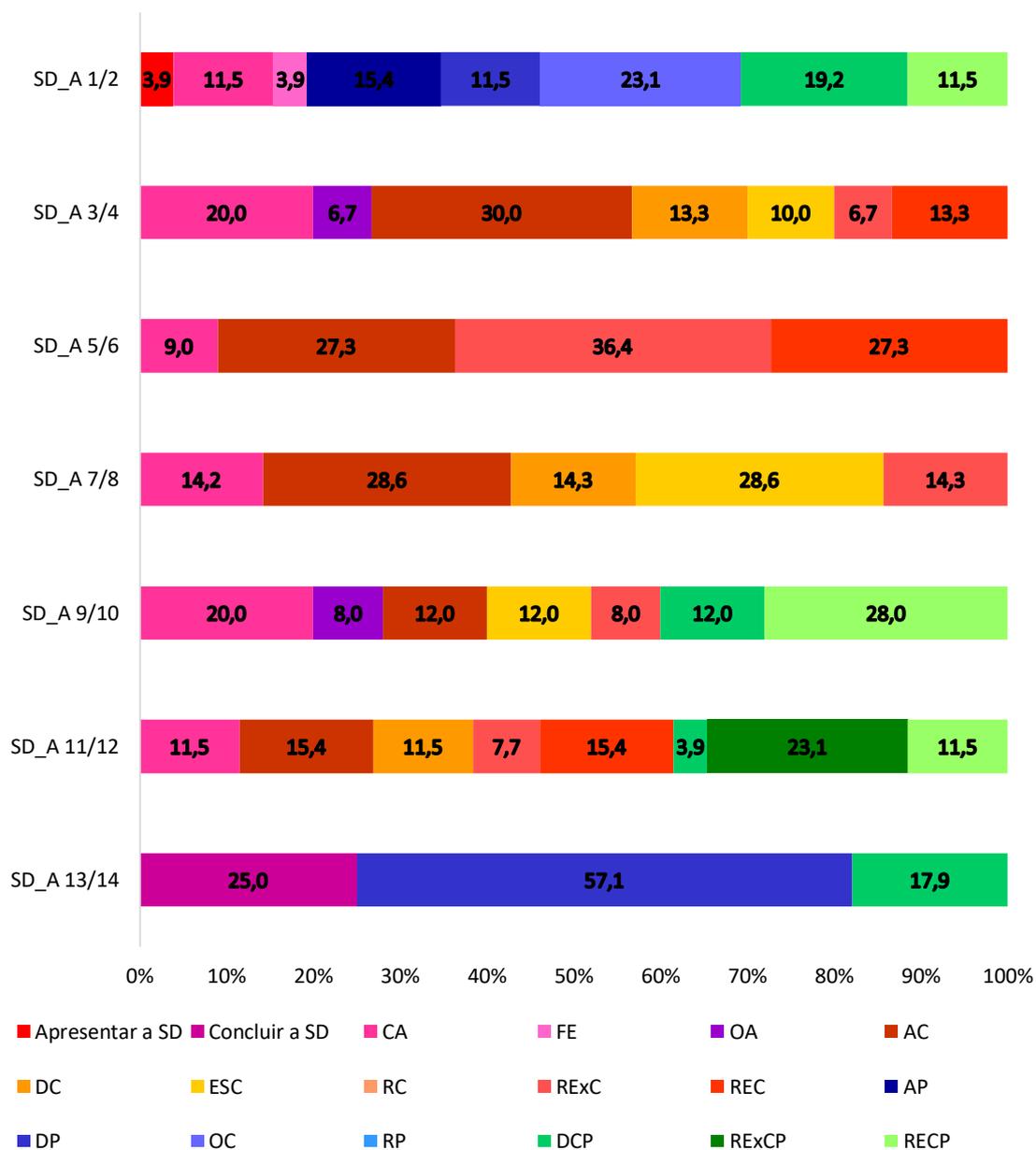
<b>Total:</b>		<b>01:34:16</b>		<b>(-)</b>				<b>100</b>	
<b>11</b>	<b>I</b>	<b>01</b>	00:00:00	00:01:33	Acomodação dos alunos no laboratório de Ciências e orientações iniciais.	(-)	(-)	(-)	1,8
		<b>02</b>	00:01:33	00:02:25	Revisão de conteúdos da aula anterior.	I/A	RC	Lousa	2,8
		<b>03</b>	00:03:58	00:02:58	Entrega das apostilas.	(-)	(-)	Apostila	3,4
		<b>04</b>	00:06:56	00:01:07	Retirada de dúvidas sobre o experimento da aula anterior.	I/A	RC	Apostila	1,3
	<b>II</b>	<b>05</b>	00:08:05	00:03:54	Formalização conceitual sobre pH e instruções para sua medição.	I/A	AC	Lousa	4,5
		<b>06</b>	00:11:59	00:06:03	Medição do pH das amostras de água do córrego Pirajussara.	I/A	RECP	Aparato experimental	6,9
		<b>07</b>	00:19:02	00:04:31	Formulação de pergunta na apostila.	(-)	(-)	(-)	6,3
	<b>1</b>	<b>08</b>	00:23:33	00:02:26	Retomada do problema da SD.	I/A	RP	Apostila	2,8
		<b>09</b>	00:25:59	00:05:08	Discussão sobre os parâmetros microbiológicos.	I/A	DCP	Apostila	5,9
		<b>10</b>	00:31:07	00:03:37	Instruções para a resolução do estudo de caso.	N/A	OA	Apostila	4,2
		<b>11</b>	00:34:44	00:35:33	Resolução do estudo de caso.	I/A	RExCP	Apostila	40,8
		<b>12</b>	01:10:17	00:03:14	Discussão das conclusões dos alunos sobre o estudo de caso.	I/A	DCP	Apostila	3,7
	<b>2</b>	<b>13</b>	01:13:31	00:00:55	Instruções para a medição da concentração de oxigênio dissolvido nas amostras de água.	N/A	OA	Apostila	1,0
		<b>14</b>	01:14:26	00:07:28	Medição da concentração de oxigênio dissolvido nas amostras de água.	I/A	RECP	Aparato experimental	8,6

	3	15	01:21:54	00:04:42	Formulação de pergunta na apostila.	(-)	(-)	(-)	5,4
		16	01:26:36	00:00:33	Fechamento da aula.	N/A	CA	(-)	0,6
12	4	<b>Não aplicada</b>							
	5								
	6								
	7								
<b>Total:</b>		<b>01:27:09</b>			<b>(-)</b>				<b>100</b>
13	1	01	00:00:00	00:02:51	Acomodação dos alunos na sala de vídeo.	(-)	(-)	(-)	3,0
		02	00:02:51	00:02:10	Entrega das apostilas.	(-)	(-)	(-)	2,3
		03	00:05:01	00:01:57	Apresentação do objetivo da aula.	N/A	OA	Projeção	2,0
		04	00:06:58	00:11:00	Discussão dos resultados para o parâmetro temperatura.	I/A	DCP	Projeção	11,5
		05	00:17:58	00:01:29	Discussão dos resultados para o parâmetro cor.	I/A	DCP	Projeção	1,5
		06	00:19:27	00:00:33	Discussão dos resultados para o parâmetro turbidez.	I/A	DCP	Projeção	0,6
		07	00:20:00	00:07:53	Discussão dos resultados para o parâmetro condutividade elétrica.	I/A	DCP	Projeção	8,2
		08	00:27:53	00:02:19	Discussão dos resultados para o parâmetro concentração de cloreto.	I/A	DCP	Projeção	2,4
		09	00:30:12	00:00:36	Discussão dos resultados para o parâmetro pH.	I/A	DCP	Projeção	0,6
		10	00:30:48	00:01:08	Discussão dos resultados para o parâmetro concentração de oxigênio dissolvido.	I/A	DCP	Projeção	1,2
		11	00:31:56	00:04:31	Discussão dos resultados para o parâmetro coliformes fecais.	I/A	DCP	Projeção	4,7

		<b>12</b>	00:36:27	00:02:08	Conclusão da análise das amostras de água do córrego Pirajussara.	I/A	DCP	Projeção	2,3
<b>14</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	00:38:35	00:02:58	Instruções para a leitura e discussão de notícias na apostila.	N/A	OA	Apostila	3,1
		<b>14</b>	00:41:33	00:02:32	Leitura e discussão das notícias em grupos.	I/D	DP	Apostila	2,6
		<b>15</b>	00:44:05	00:01:45	Chamada dos alunos.	(-)	(-)	(-)	1,8
		<b>16</b>	00:45:50	00:15:01	Continuação da leitura e discussão das notícias em grupos.	I/D	DP	Apostila	15,7
	<b>3</b>	<b>17</b>	01:00:51	00:07:21	Discussão sobre saneamento básico com base nas notícias lidas.	I/D	DP	Apostila	7,7
	<b>4</b>	<b>18</b>	01:08:12	00:02:13	Instruções para a produção textual.	I/A	OA	Apostila	2,3
		<b>19</b>	01:10:25	00:21:32	Redação da produção textual.	I/D	DP	Apostila	22,5
		<b>20</b>	01:31:57	00:03:46	Fechamento da aula.	N/A	Concluir SD	(-)	3,9
	<b>Total:</b>				<b>01:35:43</b>		(-)		

Fonte: os autores.

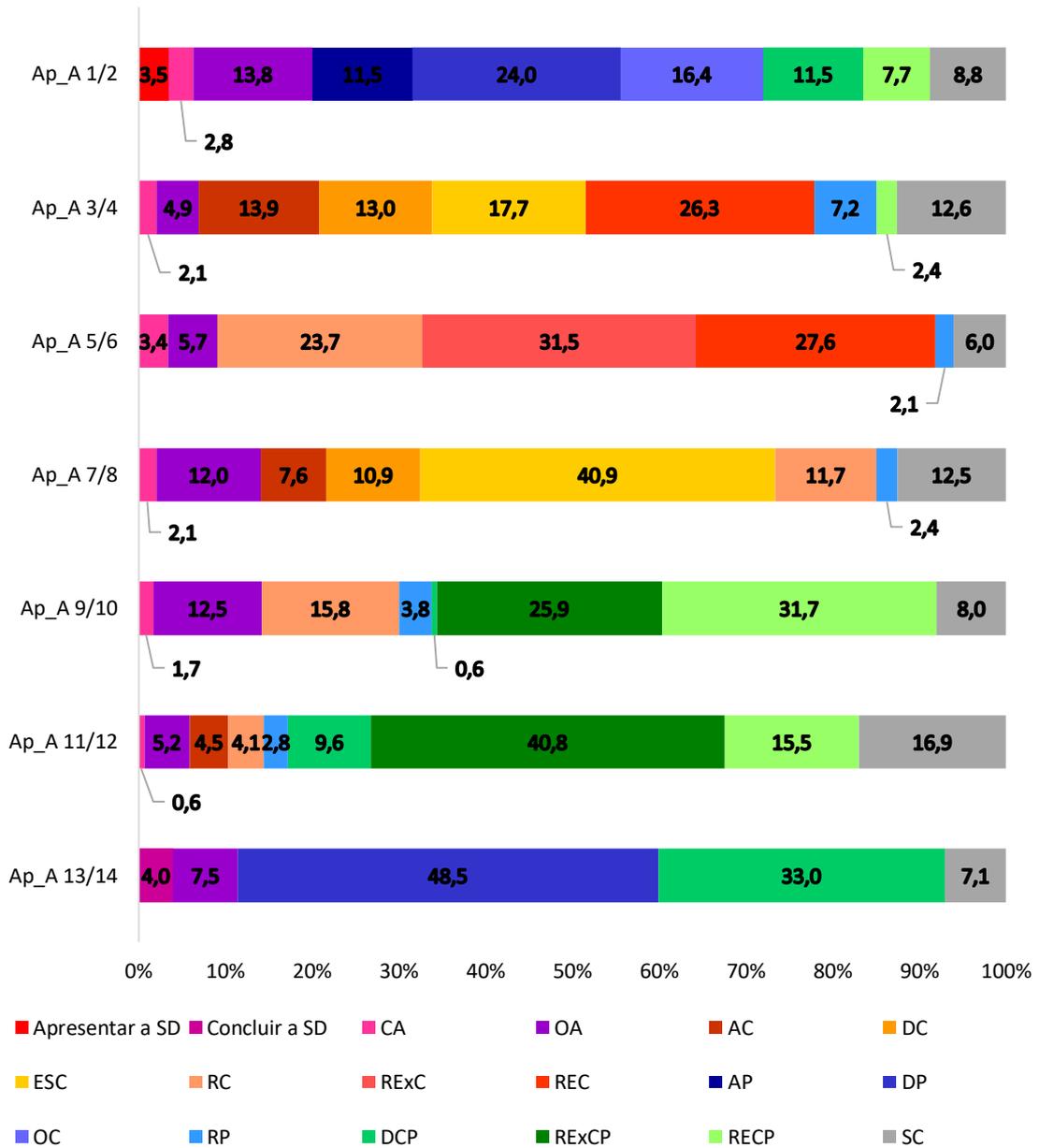
## Apêndice K – Distribuição de Propósitos Específicos para o Plano Documental da SD



Nota: Para consultar os significados das siglas dos propósitos específicos listados, ver Quadro 1, p. 77.

Fonte: os autores.

**Apêndice L - Distribuição de Propósitos Específicos para a Aplicação da SD**



Nota: Para consultar os significados das siglas dos propósitos específicos listados, ver Quadro 1, p. 77.  
 Fonte: os autores.

## Anexos

### Anexo A – Instrumento de Validação de Sequências Didáticas

<b>A - Estrutura e Organização</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>A1</b>	A proposta de ensino apresentada na SD é original.	1	2	3	4	5
<b>A2</b>	A redação dos elementos contempla todas as informações requeridas.	1	2	3	4	5
<b>A3</b>	O Público Alvo está descrito adequadamente.	1	2	3	4	5
<b>A4</b>	O referencial (Teórico e Bibliográfico) apresentado está apropriado.	1	2	3	4	5
<b>A5</b>	O tempo previsto é condizente com a proposta apresentada.	1	2	3	4	5
<b>A6</b>	O contexto é adequadamente descrito em seus três aspectos: Situacional, Comunicacional e Mental.	1	2	3	4	5
<b>B - Problematização</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>B1</b>	A problemática articula todos os elementos da SD.	1	2	3	4	5
<b>B2</b>	A problematização confronta o senso comum com o conhecimento científico.	1	2	3	4	5
<b>B3</b>	A problematização propõe uma questão desencadeadora.	1	2	3	4	5
<b>B4</b>	A problematização está relacionada com situações sociais, culturais, políticas ou do cotidiano.	1	2	3	4	5
<b>B5</b>	A proposta encaminha para uma resolução (ou posicionamento crítico) do problema.	1	2	3	4	5
<b>C - Conteúdos</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>C1</b>	Os conteúdos indicados estão de acordo com a legislação educacional.	1	2	3	4	5
<b>C2</b>	Os conteúdos indicados estão de acordo com o ano (série) em que a SD será desenvolvida.	1	2	3	4	5
<b>C3</b>	Os conteúdos estão diretamente vinculados aos objetivos.	1	2	3	4	5
<b>C4</b>	Além dos conteúdos conceituais também são abordados conteúdos atitudinais e/ou procedimentais.	1	2	3	4	5
<b>C5</b>	Os conteúdos selecionados são apropriados à problematização.	1	2	3	4	5
<b>D - Metodologia de Ensino</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>D1</b>	As atividades são diversificadas.	1	2	3	4	5
<b>D2</b>	As atividades são inovadoras.	1	2	3	4	5
<b>D3</b>	A metodologia de ensino proposta está apropriada para alcançar o objetivo geral da SD.	1	2	3	4	5
<b>D4</b>	Há vínculos entre a dinâmica das atividades e a problematização.	1	2	3	4	5
<b>D5</b>	As atividades promovem participação ativa dos alunos.	1	2	3	4	5
<b>D6</b>	O espaço físico indicado está adequado para se desenvolver as atividades planejadas.	1	2	3	4	5
<b>E - Avaliação da Aprendizagem</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>E1</b>	Os instrumentos de avaliação estão descritos na SD.	1	2	3	4	5
<b>E2</b>	A avaliação é citada em alguma das atividades.	1	2	3	4	5
<b>E3</b>	A avaliação está condizente com os objetivos específicos.	1	2	3	4	5
<b>E4</b>	Está previsto <i>feedback</i> da avaliação para os alunos.	1	2	3	4	5
<b>E5</b>	A avaliação está distribuída ao longo da SD.	1	2	3	4	5

Fonte: LAPEQ/FEUSP, descrita em Guimarães e Giordan, 2011.

## Anexo B – Enquetes Baseadas no Questionário TALIS Utilizadas para a Caracterização do Perfil Docente

### Enquete 1: “Formação de professores”.

Q1 - Durante os últimos 18 meses, você participou de alguma das atividades de desenvolvimento profissional listadas abaixo? Qual foi o impacto dessas atividades na sua formação como professor?

Para cada item abaixo, por favor, marque uma alternativa na parte (A). Se responder “Participei” na parte (A) então marque uma alternativa na parte (B) para indicar qual foi o impacto dessa atividade no seu desenvolvimento como professor.

	(A) Participação		(B) Impacto			
	Participei	Não participei	Nenhum impacto	Pouco impacto	Impacto moderado	Grande impacto
Cursos ou oficinas sobre a matéria, métodos ou outros temas relacionados com a educação	<input type="checkbox"/>					
Conferências ou seminários com apresentação de resultados de pesquisas e discussão dos problemas educacionais	<input type="checkbox"/>					
Programas de qualificação (exemplo: curso de pós- graduação)	<input type="checkbox"/>					
Visitas e observações de outras escolas	<input type="checkbox"/>					
Participação em uma rede de formação especificamente para o desenvolvimento profissional dos professores	<input type="checkbox"/>					
Pesquisa individual ou colaborativa sobre um tópico de seu interesse profissional	<input type="checkbox"/>					
Orientação e/ou observação e treinamento dos pares como parte de um compromisso formal da escola	<input type="checkbox"/>					
Leitura de literatura profissional (exemplos: revistas científicas, artigos, dissertações e teses)	<input type="checkbox"/>					
Participação num diálogo informal com seus colegas sobre como melhorar o ensino	<input type="checkbox"/>					

Q2 - Considerando o seu trabalho na escola, indique o nível de formação que você necessita para cada uma das áreas listadas:

Marque somente uma alternativa para cada item.

	Nenhuma necessidade	Baixo nível de necessidade	Nível de necessidade moderado	Alto nível de necessidade
Padrões de conteúdo e de desempenho exigidos no meu campo de atuação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Nenhuma necessidade	Baixo nível de necessidade	Nível de necessidade moderado	Alto nível de necessidade
Práticas de avaliação para estudantes	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Gestão da sala de aula	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Compreensão dos assuntos principais do meu campo de atuação	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Conhecimento e entendimento de práticas instrucionais na minha matéria de ensino	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Habilidade para ensinar usando as Tecnologias da informação e comunicação	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Ensino de estudantes com necessidades especiais de aprendizagem	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Disciplina dos estudantes e problemas comportamentais	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Administração e gestão escolar	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Ensino multicultural	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Aconselhamento de estudantes	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]

Q3 - Dentre os profissionais a seguir, indique quais deles costumam realizar apreciações sobre o seu trabalho como professor.

*Marque somente uma alternativa para cada item. Considere apreciações formais e informais.*

	Nunca	Quinzenalmente	Mensalmente	Semestralmente
Diretor	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Membros da coordenação pedagógica	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Outros professores ou membros da gestão da escola	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Membros externos à escola	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]

Q4 - Responda a questão 4 somente se assinalou pelo menos uma resposta afirmativa para a questão anterior. Na sua opinião, quão importante foram os seguintes aspectos nestas apreciações sobre o seu trabalho na escola?

*Marque somente uma alternativa para cada item.*

	Nenhuma importância	Pouca importância	Importância moderada	Muita importância
Notas dos estudantes nos testes	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Taxas de aprovação e reprovação dos alunos	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Outros resultados de aprendizagem dos estudantes	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Devolutiva dos estudantes sobre o meu ensino	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Devolutiva dos pares sobre o meu ensino	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Como eu trabalho com o diretor e colegas	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]

	Nenhuma importância	Pouca importância	Importância moderada	Muita importância
Práticas de ensino inovadoras	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Relação com os estudantes	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
O desenvolvimento profissional que demonstro	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Como administro a classe	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Conhecimento e compreensão da minha disciplina de ensino	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Comportamento e disciplina dos estudantes	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Atividades extracurriculares	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]

## Enquete 2: “Práticas de ensino, concepções e atitudes”.

Q1 - Gostaríamos de perguntar sobre suas concepções pessoais sobre o ensino. Por favor, para cada item a seguir, indique o quanto você concorda ou discorda.

*Marque somente uma alternativa para cada item.*

	Discordo fortemente	Discordo	Concordo	Concordo fortemente
Bons professores demonstram o caminho correto para se resolver um problema.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
É melhor quando o professor – e não o estudante – decide qual atividade deve ser feita.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Meu papel como professor é facilitar o processo de investigação do estudante.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Professores sabem muito mais do que os estudantes, eles não devem deixar os estudantes desenvolverem respostas que podem estar incorretas quando eles podem apenas explicar a resposta de forma direta.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Estudantes aprendem melhor quando encontram soluções para os problemas por conta própria.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
O ensino deve ser construído em torno de problemas claros, respostas corretas, e em torno de ideias que os estudantes captem rapidamente.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Para haver uma aprendizagem efetiva é necessário que a sala de aula seja silenciosa.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Os alunos devem ser autorizados a pensar em soluções para os problemas práticos antes que o professor lhes mostre como eles são resolvidos.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Pensar nos processos de raciocínio dos estudantes é mais importante do que pensar no conteúdo específico.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]

Q2 - Para cada item a seguir, indique a frequência com que realiza as seguintes ações.

*Marque somente uma alternativa para cada item.*

	Nunca	Esporadicamente	Anualmente	Mensalmente	Semanalmente
Participação de reuniões de equipe para discutir a visão e missão da escola	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
Desenvolvimento do currículo escolar ou parte dele	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
Discussão e seleção dos meios instrucionais (livros, exercícios, apostilas, computadores, entre outros)	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
Troca de materiais com outros professores	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
Assistir conferências que tematizem a faixa etária que ensino	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
Estabelecer padrões mínimos nas avaliações para avaliar o progresso dos alunos	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
Participação em discussões sobre o desenvolvimento da aprendizagem para um estudante em específico	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
Ensinar em conjunto com uma equipe na mesma classe	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
Observar a aula de outros professores e dar um retorno a eles	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
Envolver-se em atividades conjuntas com diferentes classes e grupos etários (por exemplo, projetos).	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]
Discutir e coordenar as práticas de trabalhos de casa entre os pares	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]	[ 5 ]

Q3 - Para cada item a seguir, indique o quanto você concorda ou discorda.

*Marque somente uma alternativa para cada item. Os primeiros quatro itens referem-se ao seu trabalho na escola.*

*Os demais itens referem-se ao que ocorre em toda a escola*

	Discordo fortemente	Discordo	Concordo	Concordo fortemente
Em linhas gerais, estou satisfeito com meu trabalho.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
E sinto que eu estou fazendo uma diferença significativa na educação de meus alunos.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]

	Discordo fortemente	Discordo	Concordo	Concordo fortemente
Se eu realmente tentar, eu posso fazer progressos mesmo com os alunos mais difíceis e desmotivados.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Eu sou bem sucedido com os alunos da minha turma.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Os professores desta escola são bem respeitados.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Geralmente os professores e estudantes se dão bem uns com os outros.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Boa parte dos professores considera mais importante o bem-estar dos estudantes.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
A maioria dos professores desta escola se interessa pelo que os alunos têm a dizer.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Se um aluno desta escola precisa de assistência extra, a escola fornece.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Nas reuniões, o que mais se discute são as metas educacionais que os professores devem alcançar.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Quando um professor tem problemas em sua sala de aula, é o diretor que tem a iniciativa de discutir o assunto com toda a escola.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]

**Q4 - Gostaríamos de saber quantas vezes cada uma das atividades a seguir são realizadas na sala de aula durante o ano letivo.**

*Marque somente uma alternativa para cada item. Observe que nem todas as perguntas desta seção são totalmente adaptadas para todos os tipos de professores. Portanto, por favor, responda o que melhor se encaixa.*

	Nunca ou quase nunca	Um quarto das aulas	Metade das aulas	Sempre
Eu apresento um novo tópico à turma.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Eu explico as metas de aprendizagem.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Eu reviso a lição de casa que os alunos estão fazendo.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Estudantes trabalham em pequenos grupos para juntos resolverem um problema.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Eu dou um trabalho diferente para os alunos que têm dificuldades de	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]

	Nunca ou quase nunca	Um quarto das aulas	Metade das aulas	Sempre
aprendizagem e/ou para aqueles que podem avançar mais rápido.				
Peço aos meus alunos que sugiram ou ajudem a planejar as atividades de sala de aula ou os tópicos.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Peço aos meus alunos a lembrar de cada etapa em um procedimento.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
No início da aula eu apresento um breve resumo da lição anterior.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Verifico os cadernos dos meus alunos.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Os estudantes trabalham em projetos que requerem pelo menos uma semana para completar.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Os alunos avaliam e refletem sobre o seu próprio trabalho.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Eu verifico por meio de perguntas quais assuntos têm sido compreendidos e quais não têm.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Os alunos fazem um produto que será usado por outra pessoa.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Eu administro um teste ou questionário para avaliar a aprendizagem dos alunos.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Peço aos meus alunos para escrever um ensaio no qual é esperado que eles expliquem seus pensamentos ou seus raciocínios sobre algum assunto.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Os alunos trabalham individualmente com o livro ou planilhas para praticar um assunto recém-ensinado.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]
Os estudantes realizam um debate e defendem um ponto de vista particular que não pode ser o seu próprio.	[ 1 ]	[ 2 ]	[ 3 ]	[ 4 ]

Fonte: Freeman, O'Malley e Eveleigh (2010), traduzido e adaptado por Maceno, Lara e Giordan (2017).