

Clarissa Rodrigues

**ABORDAGEM CTS E POSSIBILIDADES DE LETRAMENTO CIENTÍFICO NO
PROJETO ÁGUA EM FOCO: TIPOS TEXTUAIS E LINGUAGEM CIENTÍFICA**

Belo Horizonte

Faculdade de Educação da UFMG

2010

Clarissa Rodrigues

**ABORDAGEM CTS E POSSIBILIDADES DE LETRAMENTO CIENTÍFICO NO
PROJETO ÁGUA EM FOCO: TIPOS TEXTUAIS E LINGUAGEM CIENTÍFICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de pesquisa: Educação e Ciências

Orientador: Prof. Dr. Eduardo F. Mortimer

Belo Horizonte

Faculdade de Educação da UFMG

2010

Dedicatória

Para Guilherme e minha mãe.

Agradecimentos

Ao Prof. Eduardo Mortimer, pela orientação.

Aos alunos que participaram da pesquisa.

Ao Ulman, pela disponibilidade.

À Penha, pelas sugestões e apoio nos momentos mais difíceis.

Às minhas amigas Kátia, Cida, Raquel e Dani pelo apoio.

A todos aqueles que de alguma forma estiveram presentes na realização deste trabalho.

“Se, na verdade, não estou no mundo para simplesmente a ele me adaptar, mas para transformá-lo; se não é possível mudá-lo sem um certo sonho ou projeto de mundo, devo usar toda possibilidade que tenha para não apenas falar de minha utopia, mas participar de práticas com ela coerentes”. Paulo Freire

Resumo

O letramento científico é um tema de debate em documentos oficiais e na comunidade de pesquisadores em ensino de ciências. Neste trabalho investigamos o letramento científico de estudantes do ensino médio por meio da apropriação da linguagem científica em diferentes tipos de sequências textuais. Para isso, analisamos alguns textos produzidos por alunos de uma escola pública estadual de Belo Horizonte que participaram do Projeto “Água em Foco”. Esse projeto propõe discutir alguns conceitos químicos a partir de uma abordagem que considera as relações entre ciência, tecnologia e sociedade que permeiam as discussões sobre a qualidade da água em ambientes urbanos, partindo de uma situação local que é a qualidade da água da Lagoa da Pampulha, cartão postal da cidade de Belo Horizonte. Para analisar os textos produzidos pelos alunos utilizamos, inicialmente, o *software* NVIVO® que permite codificar passagens do texto e realizar buscas de palavras, frases, etc. A análise dos textos levou em consideração o total de palavras, a presença dos parâmetros físico-químicos e biológicos, os temas desenvolvidos nos textos, além dos tipos de sequências textuais presentes. As análises apontam diferentes graus de apropriação da linguagem científica e níveis de letramento científico dos estudantes.

Abstract

The scientific literacy is a subject for discussion in official documents and in the community of researchers in science education. In this work we investigate the scientific literacy of high school students through the appropriation of scientific language in different types of textual sequences. In order to do that, we analyze some texts produced by students of a public state school in Belo Horizonte, who have participated in the Project Water in Focus. This project proposes to discuss some chemical concepts from an approach that considers the relationships between science, technology and society that permeate discussions on water quality in urban environments, such as Pampulha Lake, postcard of Belo Horizonte. To examine the texts produced by students, we use initially the NVivo® software that permits coding passages of texts and searching for words, phrases, etc. The analysis of the texts took into account the total number of words; the presence of physical, chemical and biological parameters; the themes developed in the texts; and also the kinds of textual sequences. This analysis indicates different degrees of appropriation of the scientific language and different scientific literacy levels among the students.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Distribuição percentual e média de proeficiência da escola pesquisada em Língua Portuguesa estudantes do 9º ano do ensino fundamental | 35 |
| Figura 2 – Evolução do percentual dos alunos por padrão de desempenho na escola pesquisada – Língua Portuguesa no 9º ano do ensino fundamental | 36 |
| Figura 3 – Distribuição percentual e média de proeficiência da escola pesquisada em Língua Portuguesa estudantes do 3º ano do ensino médio..... | 37 |
| Figura 4 – Evolução do percentual dos alunos por padrão de desempenho na escola pesquisada em Língua Portuguesa estudantes do 3º ano do ensino médio..... | 37 |
| Gráfico 1 – Tipos de sequências presentes nos textos | 61 |
| Quadro 1 – Categorias de Ensino CTS..... | 18 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| 1 – Quantidade de palavras presentes nos textos | 50 |
| 2 – Temas presentes nos textos | 53 |
| 3 – Parâmetros presentes nos textos | 59 |
| 4 – Tipos de sequências que acompanham as sequências explicativas | 68 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS..... | 15 |
| 2.1 Projeto Água em Foco..... | 15 |
| 2.2 Currículos com ênfase em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) | 16 |
| 2.3 O papel da linguagem no ensino de ciências e suas relações com o letramento científico..... | 22 |
| 2.4 Gêneros e tipos textuais..... | 27 |
| 2.5 Textos escritos e o ensino de ciências | 31 |
| 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS..... | 33 |
| 3.1 Questões de pesquisa..... | 33 |
| 3.2 Aspectos éticos | 34 |
| 3.3 Contexto da pesquisa..... | 34 |
| 3.4 Estruturação das atividades do Projeto Água em Foco na sala de aula..... | 38 |
| 3.5 Produção e escolha dos textos para a pesquisa..... | 44 |
| 3.6 Categorias de análise dos textos..... | 47 |
| 4 ANÁLISE DOS DADOS..... | 50 |
| 4.1 Número de palavras | 50 |
| 4.2 Temas | 52 |
| 4.3 Parâmetros desenvolvidos no projeto..... | 59 |
| 4.4 Tipos e encadeamento das sequências..... | 60 |
| 4.5 Avaliação do letramento científico em alguns textos..... | 70 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 81 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 84 |
| ANEXOS | 91 |

1 INTRODUÇÃO

Vários textos e documentos oficiais discutem a necessidade de mudanças na educação em ciências na escola básica (BRASIL, 1999, 2002; NRC, 1996; AAAS, 1990; Millar e Osborne, 1998; Millar, 2006). Um dos objetivos dessas mudanças seria que os estudantes alcançassem um letramento científico. Além dos documentos oficiais, nos últimos anos, o letramento científico também é um tema de debate para a comunidade de educadores em ciências, em publicações brasileiras e internacionais (Martins, 2008). Aikenhead (2009) argumenta que o letramento científico é um *slogan* utilizado para orientar o desenvolvimento de currículos e a prática da sala de aula, sendo necessário para criar uma rede de educadores em ciência que defendam uma visão renovada da educação em ciências.

Nesse trabalho discutiremos as relações entre o letramento científico e abordagens de problemas abertos como eixo norteador para aulas de Química.

Para isso, propomos as seguintes questões: Os alunos se apropriaram da linguagem científica ao produzir textos durante o projeto Água em Foco? É possível avaliar o letramento científico com base na forma que os alunos usam diferentes tipos de sequências textuais na organização do texto? Os tipos de texto constituem sequências de enunciados que abrangem categorias como narração, argumentação, descrição, dentre outras. Para isso examinaremos um dos textos escrito pelos alunos em uma das atividades do projeto. Consideramos que a apropriação da linguagem científica é um indicador importante do letramento científico.

Entendendo que existem diversas concepções de letramento científico, assumiremos neste trabalho o letramento científico em uma perspectiva de prática social, que implica a participação ativa do indivíduo na sociedade, para que possa atuar utilizando o conhecimento científico (Roth, Lee, 2004) e também questionando os modelos e valores de desenvolvimento científico em nossa sociedade. Acreditamos que discutir o letramento no ensino de ciências, considerando-o como uma prática social, é extremamente oportuno, pois o letramento científico envolve mais do que ler e escrever

textos. Envolve também a existência de um conjunto mais amplo de modos de falar, agir e estar no mundo (Kelly, 2008).

Meu interesse pela pesquisa surgiu do relacionamento desenvolvido desde o ano de 2005 quando tive a oportunidade de receber como estagiários, na minha sala de aula, alguns alunos do Curso de Licenciatura em Química que cursavam a disciplina Prática de Ensino de Química oferecida pela Faculdade de Educação da UFMG. Como parte do estágio, os alunos-estagiários deveriam desenvolver o Projeto “Água em Foco: Qualidade de Vida e Cidadania” (Mortimer, 2005) nas aulas de química. Posteriormente, em 2008, comecei a atuar como supervisora dos bolsistas do Projeto Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) na escola que leciono. Segundo a CAPES, um dos objetivos do PIBID é a elevação da qualidade das ações acadêmicas voltadas à formação inicial de professores nos cursos de licenciatura das instituições de educação superior. Outro objetivo é a inserção dos licenciandos no cotidiano de escolas da rede pública de educação, promovendo a integração entre educação superior e educação básica. Dentre as várias atividades desenvolvidas por bolsistas do PIBID-Química nas escolas está incluído o Projeto Água em Foco.

O projeto “Água em Foco” tem como objetivo a “investigação de um problema real, relacionado à qualidade da água, a partir dos conhecimentos adquiridos em sala de aula” (Mortimer, 2007, p.3). O projeto é desenvolvido em várias escolas públicas da grande Belo Horizonte e sua finalidade é a capacitação de professores e futuros professores para trabalhar com a metodologia de projetos temáticos de investigação de problemas abertos. A utilização de situações problemáticas abertas que favoreçam a reflexão dos estudantes sobre implicações sociais do conhecimento científico tem sido objetivo de muitas propostas curriculares que visam transformar o ensino de ciências (Carrascosa et al, 2006). O projeto Água em Foco incorpora esta discussão colocando como objetivos potencializar a reflexão da comunidade escolar sobre a realidade, contribuir para a formação de cidadãos críticos e participativos, tornar a escola um espaço de produção e não somente reprodução do conhecimento dentre outros (Mortimer, 2005).

Durante o projeto foi possível observar a participação ativa dos alunos do ensino médio e um maior interesse nas aulas de química. Esta observação originou reflexões sobre a minha prática pedagógica e o ensino de química nas escolas.

Ao ingressar no curso de especialização (Ensino de Ciências por Investigação), que realizei no Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (CECIMIG/FaE/UFMG) no ano de 2005, essas reflexões puderam ser discutidas e aprofundadas por meio do estudo do papel das atividades investigativas no ensino de ciências. Durante o curso de especialização, investiguei a aplicação do Projeto “Água em Foco: Qualidade de Vida e Cidadania” em uma turma de Educação de Jovens e Adultos de escola da região metropolitana de Belo Horizonte. A pesquisa teve como objetivo investigar a participação e a aprendizagem dos alunos em um projeto que rompe com o ensino tradicional de química e propõe que os conceitos científicos sejam abordados em diferentes momentos e níveis de profundidade por meio de problemas abertos (MINAS GERAIS, 2005).

Em 2009, Silva investigou como o projeto temático Água em Foco: Qualidade de Vida e Cidadania alterou a dinâmica das aulas de química em uma sala do 1º ano do ensino médio de uma escola da rede pública do Estado de Minas Gerais. Para isso, foram comparados dois conjuntos de aulas, sendo um de aulas regulares e outro de aulas nas quais se desenvolveu o projeto.

A pesquisa desenvolvida por Silva (2009) traz uma contribuição potencial para a melhoria dos processos de formação inicial e continuada, ao explicitar instrumentos de análise que tornam visíveis certos aspectos das práticas escolares, o que pode auxiliar o processo de reflexão dos formadores de professores

Silva (2009) centrou as suas análises nas interações discursivas que se estabelecem entre os alunos e entre estes e a professora. Com o objetivo de complementar essa pesquisa, buscaremos neste trabalho compreender como os alunos que participam deste projeto se apropriam da linguagem científica. Focalizaremos em nosso trabalho os textos produzidos pelos alunos nas atividades do projeto e para isso, como

referencial teórico, recorreremos aos trabalhos de alguns pesquisadores que investigam questões referentes à linguagem e ao ensino de ciências, em uma perspectiva histórico-cultural, explorando a relação entre letramento científico, abordagem CTS e tipos de textos.

Consideramos que investigar como esses textos contribuem para a aprendizagem da química como um conhecimento específico e contextualizado sobre o mundo (Maldaner *et al*, 2006), na perspectiva do letramento científico, não se coloca somente como um problema teórico, mas também como uma possibilidade de contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem.

Citando Sánchez Vázquez:

A teoria em si [...] não transforma o mundo. Pode contribuir para sua transformação, mas para isso tem que sair de si mesma e, em primeiro lugar, tem que ser assimilada pelos que vão ocasionar com seus atos reais, efetivos, tal transformação. Entre teoria e atividade prática transformadora se insere o trabalho de educação das consciências, de organização dos meios materiais e planos concretos de ação; tudo isso como passagem indispensável para desenvolver ações reais, efetivas. (Sánchez Vázquez, p.235-236, 1993).

Quanto à estruturação, esta dissertação é constituída, além da introdução, de mais 4 capítulos. No segundo capítulo, apresentamos uma revisão da literatura, considerando o Projeto Água em Foco e currículos com ênfase nas relações ciência-tecnologia-sociedade. Discutimos também o papel da linguagem no ensino de ciências, suas relações com o letramento científico, os tipos textuais e a importância dos textos escritos no ensino de ciências. O terceiro capítulo é dedicado a questões metodológicas, incluindo as questões de pesquisa, aspectos éticos, o contexto de pesquisa, a estruturação das atividades do projeto Água em Foco na sala de aula, os processos de escolha dos textos para a pesquisa e as categorias de análise. O quarto capítulo apresenta os resultados e a análise dos dados da pesquisa e, finalmente, no quinto capítulo estão as considerações finais.

2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Neste capítulo apresentaremos o Projeto Água em Foco: qualidade de vida e cidadania e uma breve revisão dos estudos sobre a abordagem CTS (Ciência, tecnologia e sociedade), o papel da linguagem no processo de ensino-aprendizagem e o letramento científico. A partir disso mostraremos como a abordagem CTS e o letramento científico estão presentes no desenvolvimento do projeto Água em Foco. Abordaremos também o papel dos textos escritos no ensino de ciências, especificamente, nas aulas de química.

2.1 Projeto Água em Foco

O projeto Água em Foco tem como objetivo a investigação de um problema real, relacionado à qualidade da água, a partir dos conhecimentos adquiridos em sala de aula (Mortimer, 2007, p.3). A discussão central do projeto é a qualidade da água nos ambientes urbanos, partindo de uma situação local que é a qualidade da água da Lagoa da Pampulha, cartão postal da cidade de Belo Horizonte. As atividades do projeto Água em Foco buscam possibilitar que os estudantes respondam a um problema real relativo à qualidade da água na Lagoa da Pampulha e ao consumo dos peixes. Contrapondo-se aos tradicionais problemas escolares que na maioria das vezes não se referem a contextos específicos, os problemas abertos ou autênticos admitem respostas múltiplas que envolvem não só o conhecimento científico, mas também a análise da dimensão social do problema. Segundo Jiménez (2007), os problemas autênticos são aqueles que não têm uma solução óbvia, apresentam mais de uma solução, um contexto real e para resolvê-los é necessário utilizar dados para justificar as possíveis soluções.

O projeto pretende explicitar as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) utilizando ferramentas do conhecimento químico no encaminhamento das possíveis soluções para o problema da qualidade da água em ambientes urbanos e os usos da água.

Para isso são apresentadas duas questões para serem investigadas pelos alunos: Pode-se ter contato primário com a água da Lagoa da Pampulha? Pode-se comer o peixe ali pescado? É importante ressaltar que muitas pessoas já realizam esse tipo de atividade na Lagoa. Partindo dessas questões discute-se em sala de aula, temas relativos à importância da água para a sobrevivência humana e os parâmetros físico-químicos e biológicos que são importantes para a determinação da qualidade da água. Para discutir a qualidade da água os alunos utilizam a resolução 357/2005 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), que estabelece classes de água de acordo com os usos que as mesmas têm ou podem ter.

O projeto *Água em Foco* propõe discutir conteúdos de química a partir de uma abordagem que leve em consideração as relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Nessa abordagem, o ensino, especificamente o de química, deve ter uma função social, desenvolvendo a capacidade de tomada de decisão, o que implica a necessidade de vinculação do conteúdo trabalhado com o contexto social em que o aluno está inserido (Santos, Schnetzler, 1996).

Como é a abordagem CTS é um dos referenciais teóricos que orienta o projeto, passaremos a discutir a perspectiva CTS e suas implicações para o ensino de ciências.

2.2 Currículos com ênfase em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)

Em meados da década de 1960 e início da de 1970 surge um olhar mais crítico sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade, o que trouxe desdobramentos para o ensino de ciências. O movimento CTS originou-se a partir de investigações em filosofia e sociologia da ciência como contraposição a uma visão neutra da ciência. Autores ligados à filosofia e sociologia da ciência, como Khun, Toulmin, Lakatos, dentre outros, argumentam que a ciência está impregnada pelas crenças e compromissos políticos dos cientistas (Gurgel, 2003). Esses argumentos ampliaram questionamentos sobre a neutralidade da ciência. Segundo von Linsingen (2007), o movimento CTS problematiza uma visão em que o desenvolvimento científico e tecnológico leva ao bem estar social.

Ainda segundo o autor, desde seu início os estudos CTS seguiram três grandes direções: na pesquisa acadêmica, nas políticas públicas e na área educacional.

Alguns autores (von Linsingen, 2007; Santos *et al*, 2010) consideram que dois livros publicados em 1962 foram marcos importantes para o movimento CTS. *A estrutura das revoluções científicas*, de Thomas Khun, que destaca o papel social da construção científica e *Silent Spring*, de Rachel Carson, que denunciava os riscos associados ao uso de inseticidas. A publicação desses dois livros associado a outras discussões propiciou condições para o surgimento de uma nova visão sobre os impactos da ciência e tecnologia na sociedade.

Na área educacional, novos currículos no ensino de ciências foram propostos buscando incorporar conteúdos de ciência-tecnologia-sociedade e concebendo os currículos não como algo atemporal e ahistórico, sendo, portanto, necessário renovar a estrutura curricular dos conteúdos. Santos cita Krasilchik para discutir que desde a década de 1950 vêm se desenvolvendo no Brasil inovações no ensino de ciências, mas somente na década de 1990 é que currículos com ênfase em CTS começam a ser desenvolvidos (Santos, 2007a).

Santos e Mortimer (2002) apresentam três visões do que seria um currículo com ênfase CTS. A primeira visão considera currículos CTS aqueles que tratam das inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas, além da tomada de decisão sobre temas práticos de importância social. Uma segunda visão caracteriza que a orientação CTS deve contemplar a apresentação de conhecimentos e habilidades científicos e tecnológicos em um contexto pessoal e social; incluir conhecimentos e habilidades tecnológicos e ampliar os processos de investigação de modo a incluir a tomada de decisão. Na terceira visão, currículos CTS se caracterizam pelo ensino do conteúdo de ciências no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social, no qual os estudantes integram o conhecimento científico com a tecnologia e o mundo social de suas experiências cotidianas (Santos e Mortimer, 2002).

Aikenhead (2009) argumenta que a abordagem CTS é motivada por fracassos no ensino tradicional de ciências, dentre eles a transmissão de imagens distorcidas ou

místicas da ciência e, principalmente, a dificuldade da maioria dos estudantes em aprender ciências.

Para Aikenhead (2005), o rótulo CTS muda de país para país e também ao longo do tempo devido a diferentes objetivos. Auler (2007) considera que há, apesar das mudanças, um consenso na defesa de configurações curriculares pautadas pela abordagem de temas ou problemas de relevância social. Questões sociais relacionadas às ciências podem ser externas ou internas à comunidade científica. As questões externas são mais ligadas á temas da sociedade, por exemplo, poluição, e questões internas à história e natureza da ciência. Santos e Mortimer (2000) apresentam uma classificação de cursos de CTS desenvolvida por Aikenhead, que propõe categorias que vão desde a inserção de CTS como elemento de motivação em currículos de ciências tradicionais até o estudo de questões sociais relativas às inter-relações CTS com citação de conteúdos científicos apenas para estabelecer vinculação científica. O quadro 1 sintetiza a proposta dos autores.

QUADRO 1- Categorias de Ensino CTS

| Categorias | Descrição | Exemplos |
|---|--|--|
| 1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação. | Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes. | O que muitos professores fazem para “dourar a pílula” de cursos puramente conceituais. |
| 2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático. | Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciências. O conteúdo de CTS não é resultado | Science and Technology in Society (SATIS, UK), Consumer Science (EUA), Values in School Science (EUA). |

| | | |
|--|--|--|
| | do uso de temas unificadores. | |
| 3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático. | Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores. | Harvard Project Physics (EUA), Science and Social Issues (EUA), Nelson Chemistry (Canadá), Interactive Teaching Units for Chemistry (UK), Science, Technology and Society, Block J. (EUA). Three SATIS 16-19 modules (What is Science? What is Technology? How Does Society decide? – UK). |
| 4. Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS. | Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciências e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é a feita partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a sequência possa ser bem diferente. | ChemCon (EUA), os módulos holandeses de física como Light Sources and Ionizing Radiation (Holanda: PLON), Science and Society Teaching units (Canadá), Chemical Education for Public Understandig (EUA), Science Teachers' Association of Victoria Physics Series (Austrália). |

| | | |
|--|---|---|
| 5. Ciências por meio do conteúdo de CTS. | CTS organiza o conteúdo e sua sequência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências. | Logical Reasoning in Science and Technology (Canadá), Modular STS.(EUA), Global Science (EUA), Dutch Environmental Project (Holanda), Salters' Science Project (UK.) |
| 6. Ciências com conteúdo de CTS. | O conteúdo de CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem. | Exploring the Nature of Science (Ing.) Society Environment and Energy Development Studies (SEEDS) modules (EUA), Science and Technology 11 (Canadá). |
| 7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS. | O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência. | Studies in a Social Context (SISCON) in Schools (UK), Modular Courses in Technology (UK), Science A Way of Knowing (Canadá), Science Technology and Society (Austrália), Creative Role Playing Exercises in Science |

| | | |
|--------------------|---|---|
| | | and Technology (EUA), Issues for Today (Canadá), Interactions in Science and Society – vídeos (EUA), Perspectives in Science (Canadá). |
| 8. Conteúdo de CTS | Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências. | Science and Society (UK.), Innovations: The Social Consequencies of Science and Technology program (EUA), Preparing for Tomorrow's World (EUA), Values and Biology (EUA). |

FONTE - AIKENHEAD, 1994a. p. 55-56. [tradução dos autores]. *Apud* Santos e Mortimer (2000).

A seleção de temas para a abordagem CTS não é consensual nas discussões curriculares. Alguns autores defendem a inclusão de temas globais e outros temas regionais. Isso nos reporta à discussão da relação entre o tema e o conteúdo científico. De maneira geral há duas perspectivas diferentes, a primeira considera que os conteúdos da ciência devem ser selecionados em função dos temas, os conteúdos são selecionados a partir da necessidade de se compreender o tema. Outra considera que o tema deve ser escolhido em função dos conteúdos curriculares, o tema aparece para motivar o desenvolvimento do conteúdo.

Assim como Teixeira (2003), consideramos que o movimento CTS poderá se constituir em um referencial para mudanças na educação científica e na prática pedagógica dos educadores, por apresentar uma visão de educação básica voltada para cidadania, visão crítica sobre a natureza da ciência e seu papel na sociedade capitalista, focalização na programação em torno de temas sociais e não somente nos conceitos

científicos, dentre outros. O aumento dos programas CTS no ensino básico e superior no Brasil, além da presença significativa de trabalhos de pesquisa em educação CTS em eventos, como o ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências) e publicações em periódicos importantes corroboram a visão de que há um aumento da percepção da pertinência da abordagem CTS na educação.

Conforme assinala Aikenhead (2005), o movimento CTS nas escolas deve ter como foco principal o desenvolvimento de valores e da responsabilidade social. As discussões sobre o projeto Água em Foco têm sua origem na aplicação da abordagem CTS a partir de um tema local que tem implicações globais (Santos e Mortimer, 2000). No contexto desse projeto, o letramento científico é um dos objetivos a serem alcançados, tendo em vista a grande diversidade de textos que os alunos têm que produzir durante o projeto. Por isso passaremos a discutir esse tema.

2.3 O papel da linguagem no ensino de ciências e suas relações com o letramento científico

Os trabalhos que analisam o discurso na sala de aula evidenciam o potencial dessa ferramenta no ensino de ciências (Mortimer, 1998; Machado, 1999; Mortimer, 2000; Mortimer e Vieira, 2010). Esses trabalhos, em uma perspectiva sócio-histórica que procura explicar o processo de formação social dos conceitos ligados com o contexto histórico e cultural (Smolka, 2000), contribuem para compreender o letramento científico mediado pela aplicação de um projeto como o “Água em Foco”.

A ciência pode ser considerada uma nova linguagem na qual o professor pretende introduzir seus alunos, por isso as ideias de Vigotski e de Bakhtin contribuem para a compreensão do discurso na sala de aula de ciências, uma vez que a ciência pode ser considerada uma nova linguagem na qual o professor pretende introduzir os seus alunos:

Aprender ciência envolve ser introduzido a conceitos, convenções, leis, teorias, princípios e formas de trabalho da ciência. Envolve vir a apreciar como este conhecimento pode ser aplicado às questões sociais,

tecnológicas e ambientais (...) A ciência pode também ser vista como (...) uma forma distinta de falar e pensar sobre o mundo natural, a qual deve ser consistente com os acontecimentos e fenômenos daquele mundo. Aprender ciência, portanto envolve ser introduzido na linguagem da comunidade científica (Mortimer & Scott, 2003, pp. 12-13).

Considerar a importância da linguagem no ensino de ciências é o ponto de partida para desenvolver a noção de letramento científico. Apesar de serem encontrados na literatura os termos alfabetização científica e letramento científico, optamos nesse trabalho pelo termo letramento por concordarmos com Soares (2006) de que o termo alfabetização tem sido empregado com o sentido mais restrito, de domínio dos códigos necessários à ação de ler e escrever.

Segundo Magda Soares, o termo letramento surge na segunda metade dos anos 80 no vocabulário da educação e é uma versão em português da palavra *literacy* (Soares, 2006). Para ela, novas palavras são criadas quando emergem novos fatos, novas ideias, novas formas de compreender os fenômenos. O uso da palavra letramento decorre do fato que não basta saber ler e escrever, é preciso saber fazer o uso do ler e escrever.

O conceito de letramento começou a ser usados nos meios acadêmicos para diferenciar estudos sobre impactos sociais da escrita dos estudos sobre alfabetização (Kleiman, 1995). Citando Scribner e Cole, Kleiman define letramento como um conjunto de práticas sociais que usam a escrita, enquanto sistema simbólico e enquanto tecnologia, em certos contextos e com objetivos específicos (Kleiman, 1995, p.19). Para diferenciar alfabetização de letramento Soares (2009) define *alfabetizado* como a pessoa que aprende a ler e a escrever, *letrado* é a pessoa que se envolve nas práticas sociais de leitura e escrita.

As definições de letramento baseiam-se em ênfases de dimensões diferentes do letramento. Uma primeira dimensão é individual, onde o letramento é visto como um atributo pessoal, aquisição de certas habilidades cognitivas. Outra dimensão vê o letramento como prática social, ou seja, letramento é o que as pessoas fazem com as

habilidades de leitura e escrita, em um contexto específico, e como essas habilidades se relacionam com valores e práticas sociais.

Nos últimos anos a alfabetização/letramento científico tornou-se um tema de debate entre os educadores na área de ciências. Discutir o letramento no ensino de ciências, considerando-o como uma prática social, é extremamente oportuno, pois o letramento científico envolve mais do que ler e escrever textos. Envolve também a existência de um conjunto mais amplo de modos de falar, agir e estar no mundo (Kelly, 2008). Apesar de a área de Educação em Ciências continuar utilizando, particularmente no Brasil, o termo “alfabetização científica”, julgamos que essa distinção entre alfabetizado e letrado deve ser levada em consideração também nessa área e optamos pelo uso da palavra letramento.

Para Santos (2007b), o currículo de ciências tem mudado em função de contextos sócio-históricos. Uma das mudanças importantes é a inclusão do letramento científico como um dos objetivos do ensino de ciências. Martins (2008) destaca que a expansão da discussão relacionada à alfabetização/letramento científico insere-se na discussão da relação entre educação em ciências e cidadania muito ligada, portanto, à abordagem CTS.

O letramento científico tem uma longa história com significados diversos. Para Diaz *et al* (2003), há fatores que sustentam o caráter polêmico e difuso do termo. A diversidade de grupos com interesses diferentes discutindo o tema, as distintas definições conceituais do tema, a finalidade e a variedade de propósitos que o tema apresenta, diversas maneiras de medir o letramento, dentre outros, colaboram para que o termo seja essencialmente polissêmico.

Mesmo considerando essa diversidade, há entre alguns autores a concordância que um dos principais objetivos do ensino de ciências é a compreensão do papel das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Devendo essa compreensão ser um dos componentes essenciais do letramento científico (Diaz *et al*, 2003).

Roberts (2007), ao fazer uma revisão das pesquisas sobre letramento científico, divide o foco do letramento em dois grandes grupos. O primeiro, denominado Visão I, enfatiza questões internas à ciência, centrada nos conteúdos, com objetivo de enculturar os estudantes nas disciplinas científicas. No outro extremo está a Visão II, que enfatiza a ciência como produção social e importante para o exercício da cidadania.

Na sua revisão, Roberts também apresenta as principais tentativas de tipificar o letramento científico. Shen define três tipos de letramento científico. O primeiro seria um letramento *Prático*, ligado à resolução de problemas; o segundo seria o *Cívico*, que possibilitaria o exercício da cidadania ao utilizar conhecimentos científicos e aqueles relacionados aos usos da ciência para participar dos processos democráticos. Outro tipo seria o *Cultural*, motivado pelo interesse em conhecer a ciência como empreendimento humano. Outra tentativa é a de Bybee, que apresenta quatro níveis diferentes de letramento. Em um nível *nominal* um indivíduo não compreenderia um termo, ou tema como questão científica. Neste nível, o indivíduo apresenta explicação ingênua dos fenômenos. No nível *funcional* do letramento o indivíduo pode até utilizar um vocabulário científico, mas geralmente ele é utilizado fora de contexto. No nível *conceitual e procedimental*, o indivíduo desenvolve uma compreensão das relações entre a parte conceitual da disciplina e as relações com o todo. Em um nível *multidimensional* o letramento científico incorpora a filosofia e a história da ciência além da dimensão social da ciência. Neste nível o indivíduo demonstra o entendimento da ciência como produto e parte da cultura (Roberts, 2007; Murcia, 2009).

Para Santos (2007a), a educação científica na perspectiva do letramento deve superar o modelo de ensino de ciências predominante nas escolas, incorporando três aspectos: a natureza da ciência, a linguagem científica e aspectos sócio-científicos. Santos (2007a) também considera que reivindicar processos de letramento científico é defender abordagens metodológicas contextualizadas, com aspectos sociocientíficos que possibilitem a compreensão das relações ciência-tecnologia-sociedade e a tomada de decisões pessoais e coletivas. Com isso, o que se busca não é uma alfabetização em termos de propiciar somente leitura de informações científicas e tecnológicas, mas a interpretação do papel social da tecnologia.

Segundo Soares (2008), o letramento possui diversas perspectivas teóricas e metodológicas para o seu estudo. As perspectivas podem ser históricas, antropológicas, sociológicas, psicosociológica e psicolinguística, sociolinguística, linguística textual, discursiva, literária, educacional e política. Martins (2008) apresenta as implicações dessas mesmas perspectivas metodológicas nas discussões relacionadas ao letramento científico. A perspectiva histórica investiga, dentre outros aspectos, a história dos leitores, das práticas de leitura e escrita em diferentes grupos sociais. No caso do letramento científico a investigação centraria na história dos livros didáticos e dos currículos. A perspectiva antropológica se volta para os processos de introdução da escrita em grupos predominantemente orais e no ensino de ciências apontaria para a importância da introdução de práticas de leitura e escrita de textos relacionados ao discurso científico. A perspectiva sociológica pesquisa as relações entre as práticas de leitura e escrita em diferentes grupos sociais. A perspectiva psicológica e psicolinguística investiga as diferenças entre as estruturas de pensamento de indivíduos ágrafos ou de indivíduos analfabetos. No ensino de ciências centraria na aquisição investigação de estruturas de raciocínio tipicamente científicas, como controle de variáveis e desenvolvimento de habilidades argumentativas. A perspectiva textual explora as diferenças entre o texto oral e escrito. A perspectiva educacional prioriza a metodologia de introdução de crianças e adultos no mundo da escrita. A perspectiva política analisa as ações de alfabetismo voltadas para a população em geral, avaliando também as ideologias subjacentes a essas ações. Consideramos nesse trabalho principalmente a perspectiva discursiva e literária. Na perspectiva discursiva o letramento científico se aproxima da possibilidade de construir sentido para o conhecimento científico, analisando as condições sociais envolvidas na produção do discurso. Em uma perspectiva literária, é importante caracterizar os diferentes tipos de texto associados às diferentes esferas sociais da produção do conhecimento científico.

Apesar de a discussão sobre letramento científico ter se desenvolvido na área de educação em ciências, as discussões sobre o que é o letramento e como avaliá-lo entre estudantes que participam de atividades diversas de produção textual ainda são muito incipientes. Neste sentido, vamos tentar buscar nos estudos sobre a linguagem subsídios para implementar essa análise.

Buscamos com este trabalho explorar a relação entre letramento científico, abordagem CTS e gêneros de discurso por meio dos textos escritos produzidos pelos alunos. Para Bronckart (2007), a apropriação dos gêneros é um mecanismo fundamental de socialização, de inserção prática nas atividades comunicativas humanas, o que permite dizer que os gêneros textuais atuam, em certos contextos, como formas de legitimação discursiva. Para analisar esses textos, recorreremos aos trabalhos de alguns pesquisadores que investigam questões referentes à linguagem e ao ensino de ciências, em uma perspectiva histórico-cultural.

2.4 Gêneros e tipos textuais

O conceito de gênero é abordado por diferentes tendências no estudo da linguagem. Segundo Faraco (2003), a etimologia da palavra *gênero* tem duas origens: uma indo-européia, *gen* – que significa gerar, produzir; e do latim o substantivo *genus*, *generis* que significa linhagem, estirpe, tendo também o verbo *gigno* significando gerar.

O estudo de gêneros, segundo Marchuschi está na moda e é cada vez mais multidisciplinar (Marchuschi, 2008, p.149). Uma perspectiva teórica importante no estudo dos gêneros é o pensamento dos autores do Círculo de Bakhtin. Para os autores do círculo a linguagem, tanto na fala quanto na escrita, nunca é uma realização aleatória e individual. Os enunciados, como unidade real da comunicação verbal, emergem das interações em diferentes esferas da atividade humana gerando tipos relativamente estáveis de enunciados, denominados gêneros do discurso. Bakhtin não pensa nos gêneros em si, mas dentro de uma atividade social, assim existe um vínculo orgânico entre a utilização da linguagem e a atividade humana.

Bakhtin (1995) classifica os gêneros em primários e secundários. Os gêneros primários surgem nas condições da comunicação discursiva imediata (por exemplo, nos diálogos cotidianos). Já os secundários surgem nas condições de um convívio cultural mais complexo e relativamente mais desenvolvido e organizado, ocorrendo predominantemente de forma escrita (romances, dramas, trabalhos científicos). Bakhtin

chama atenção para o fato de que, durante seu processo de formação, os gêneros secundários incorporam e reelaboram diversos gêneros primários.

Considerando a perspectiva do letramento científico, entendemos que a escola é um local importante para a socialização dos gêneros do discurso secundários associados à linguagem científica, especificamente à linguagem química.

Existem múltiplas tipologias na classificação de gêneros. Alguns autores falam de gênero do discurso, outros de gêneros de texto e outros ainda de tipos de texto. Essas diferentes classificações estão baseadas em critérios linguísticos, funcionais, situacionais ou discursivos.

Para Bazerman (2006), os gêneros são padrões comunicativos com os quais as pessoas estão familiarizadas. São, portanto, as formas de comunicação reconhecíveis. A tipificação dos gêneros seria uma compreensão padronizada de determinadas situações. Segundo Bazerman, os gêneros, além da forma textual, também são parte do modo como as pessoas dão forma às atividades sociais. Os gêneros teriam características que permitem reconhecer os tipos de texto, essas características estão relacionadas com a atividade realizada pelo gênero.

A distinção entre gênero e tipo textual é um aspecto teórico e terminológico relevante. Assim como Marchuschi (2009) usamos a expressão tipo textual para designar uma espécie de construção teórica definida pela natureza linguística de sua composição. Seriam tipos textuais a narração, argumentação, dentre outros. Os gêneros textuais se constituem como ações sócio-discursivas para agir sobre o mundo e dizer o mundo. Nesse referencial a língua é vista como uma atividade social, histórica e cognitiva (Bronckart, 1999; Marchuschi, 2008). Os gêneros textuais seriam realizações linguísticas concretas definidas por conteúdos temáticos, propriedades funcionais, estilo e composição característica.

Bronckart (2007) adota a expressão gênero de texto para se referir à diversidade de “espécies de textos” produzidos em contextos sociais diversos. Por apresentarem fortes regularidades, esses textos podem ser classificados em *tipos*. Para Adam, um texto pode ser caracterizado segundo a organização sequencial de seu conteúdo (Adam,

apud Bronckart, 2007). As sequências são unidades estruturais relativamente autônomas, que integram e organizam temas do texto. Assim, a organização do texto pode ser concebida como combinação e articulação de diferentes tipos de sequências (Mortimer e Vieira, 2010). As sequências podem ser classificadas, para Adam, em descritivas, narrativas, argumentativas, explicativas e dialogais (Bronckart, 2007).

A sequência narrativa normalmente contém um processo de intriga, mobilizando personagens, implicados em uma organização temporal. Partindo de um estado equilibrado, cria-se uma tensão que desencadeia transformações, obtendo-se um novo estado de equilíbrio. Poderíamos caracterizar um protótipo padrão de narrativa como partindo de uma situação inicial, que passa então por uma complicação (intriga), na qual são desenvolvidas ações que levam à resolução da complicação, levando a um novo estado de equilíbrio (situação final).

Uma sequência descritiva possui fases que não se organizam em uma ordem linear obrigatória, mas se combinam em uma ordem hierárquica. Uma sequência descritiva pode envolver uma fase de ancoragem (tema da descrição), aspectualização, onde os aspectos de um tema são enumerados, e uma fase onde os elementos assimilados são relacionados em operações comparativas ou metafóricas. Mortimer e Scott (2003) consideram que a descrição nas ciências envolve enunciados que se referem a um sistema, um objeto ou um fenômeno em termos de seus constituintes, suas propriedades ou dos deslocamentos espaço-temporais desses constituintes.

Uma sequência argumentativa pode ser caracterizada de maneira intra-discursiva por suas diferentes formas estruturais, como em Toulmin, e de maneira extra-discursiva por seu efeito persuasivo, como em Perelman e Olbrechts-Tyteca (Mortimer, 2010). Charaudeau e Maingueneau (2004) apresentam ainda a argumentação como sendo

uma atividade verbal e social que tem por objetivo reforçar ou enfraquecer a aceitabilidade de um ponto de vista controverso junto a um auditório ou a um leitor, alegando proposições destinadas a justificar (ou a refutar) esse ponto de vista diante de um júri racional (p.53).

O processo argumentativo pressupõe a existência de uma tese inicial que é reafirmada ou refutada pela presença de argumentos ou contra-argumentos, respectivamente.

Em uma sequência explicativa parte-se de uma constatação de um fenômeno incontestável (Bronckart, 1999). A sequência pode incluir, além dessa constatação inicial, uma fase de problematização, fase de resolução, que seria a própria explicação e uma fase de conclusão que reformula a constatação inicial. Mortimer e Scott (2003) propõem que a explicação científica recorre a algum tipo de mecanismo ou de modelo teórico para se referir a um sistema, objeto ou fenômeno.

A sequência dialogal implica a presença de uma conversação e pode se apresentar através de um discurso direto ou indireto. No discurso direto os segmentos são estruturados em turnos de fala apresentados diretamente aos leitores. Nos discursos indiretos os segmentos são atribuídos a personagens (Mortimer, 2010).

Além da classificação apontada por Bronckart, com base em Adam, podemos considerar também outros tipos de texto. A exemplificação, por exemplo, pode comportar vários tipos de sequências diferentes (uma descrição, uma classificação, uma narração e uma explicação), mas apresentadas com o objetivo de exemplificar algo.

A definição envolve o uso do processo de nominalização, pelo quais processos ou fenômenos que ocorrem no tempo e que, portanto, designam ações ou estados, são transformados em nomes ou grupos nominais. É um tipo de explicação ou descrição que não se refere a um referente em particular, mas a uma classe de referentes (Mortimer *et al*, 2007). É a operação que consiste em reunir sob um conceito único os caracteres comuns observados em vários objetos singulares e estender esse conceito a uma classe indefinida de objetos.

Considerando esta tipologia, analisaremos os tipos de texto (Bronckart, 1999) presentes nas produções dos estudantes para tentar definir como o aluno se apropria da linguagem científica. A linguagem cotidiana geralmente se expressa em narrativas e diálogos. Definições, classificações e explicações, por sua vez, normalmente são expressas em linguagem científica. Descrições e argumentações podem ser expressas tanto na linguagem cotidiana como na linguagem científica (Mortimer, 2010).

Mortimer (1998, 2010) faz uma distinção importante entre a linguagem cotidiana e a linguagem científica. A linguagem cotidiana é próxima da fala e apresenta um mundo dinâmico onde as ações são realizadas por sujeitos reais. Já a linguagem científica é predominantemente estrutural, descontextualizada e oculta a perspectiva do narrador. Por essas características a linguagem científica pode causar estranheza ao aluno, mas aprender ciências é também aprender a linguagem da ciência. A apropriação da linguagem da ciência no processo de letramento científico pode ocorrer de maneira progressiva e aparecer nos textos escritos pelos alunos em diferentes tipos de sequências textuais.

Considerando que em nosso trabalho analisaremos textos escritos, passaremos agora ao uso da escrita no ensino de ciências.

2.5 Textos escritos e o ensino de ciências

Para Marta Kohl (1995), a escrita é um dos principais fundamentos do modo letrado de pensamento que favorece o pensamento descontextualizado e a independência da experiência do sujeito. Escrever implica em dominar o processo de codificação em uma situação específica de interação entre os sujeitos.

A valorização da escrita na escola é inegável. Apesar disso, de modo geral, as pesquisas indicam que, em sala de aula, esta escrita muitas vezes é uma mera reprodução, por meio de cópias ou resposta padronizadas. Algumas investigações apontaram as ciências da natureza como uma disciplina com percentual baixo de produções escritas (Chiapini *et al* , 1994). Enquanto 60% das produções escritas se concentram na área de língua portuguesa, as aulas de ciências englobam apenas 5% das produções escritas. Além da baixa produção de textos escritos. Chiapini *et al.* (1994) propõem a divisão das atividades que envolvem escrita em duas categorias: a primeira seria a “escrita-reprodução” que aparece nas cópias, resumos e questionários diversos. A “escrita-produção” incluiria atividades em que a linguagem é trabalhada de maneira dinâmica e dialógica. A produção de um texto, vinculada ao trabalho

pedagógico, pode então criar oportunidade de aprendizagem. Segundo Marcuschi (2008), um dos aspectos centrais na produção de um texto é a relação dos indivíduos com a situação discursiva, por isso os escritores devem ter em mente seus interlocutores quando escrevem. Por isso, para o autor, um dos problemas constatados nas redações escolares é que não se define com precisão a quem o aluno deve se dirigir.

Alguns estudos têm enfatizado a importância da escrita para o ensino de ciências. Kelly e Bazerman (2003) afirmam que os estudantes não precisam escrever apenas para dominar os conceitos de um determinado campo, mas também para desenvolver a argumentação. Riverd e Straw (2000) também sugerem que a escrita é importante para a apreensão de conhecimentos científicos por meio da organização e consolidação de ideias.

Alguns autores têm se voltado para investigar a escrita dos alunos no ensino de ciências, no ensino fundamental, médio ou superior (Sutton, 1998; Prain e Hand, 1986; Oliveira e Carvalho, 2005; Souza, S. C.; Dell’Areti, 2008).

Prain e Hand (1996) apresentam um debate sobre diferentes visões em relação à escrita na disciplina de ciências da natureza. Por um lado, há uma visão segundo a qual os estudantes devem aprender sobre as práticas dos cientistas e utilizar as formas aceitáveis do discurso científico. Por outro lado, há outra visão que consideram que os estudantes, além de utilizar e compreender a linguagem científica, devem também utilizar suas próprias palavras. Lemke resume assim essa visão:

Ao ensinar ciências, ou qualquer matéria, não queremos que os alunos simplesmente repitam as palavras como papagaios. Queremos que sejam capazes de construir significados essenciais com suas próprias palavras e com palavras ligeiramente diferentes segundo a situação requiera. (Lemke, 1997, p.105, tradução nossa)

Considerando o referencial teórico apresentado neste capítulo, discutiremos no próximo capítulo a metodologia de pesquisa que utilizamos para compreender o processo de apropriação da linguagem científica mediado pela aplicação de um projeto temático.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo, apresentamos as questões de pesquisa, o contexto em que a mesma ocorreu e a metodologia utilizada. Discutimos também a estruturação do projeto Água em Foco na sala de aula e a coleta dos dados da pesquisa, assim como a análise dos resultados.

3.1 Questões de pesquisa

No capítulo anterior, a abordagem CTS, suas relações com a perspectiva do letramento científico e a importância do trabalho com textos escritos no ensino de ciências foram apresentadas como questões relevantes para a educação básica. A avaliação do letramento científico é realizada em alguns exames nacionais e internacionais, mas, de acordo com Soares

os critérios segundo os quais os testes são construídos é que definem o que é letramento em contextos escolares: um conceito restrito e fortemente controlado, nem sempre condizente com as habilidades de leitura e escrita e as práticas sociais fora das paredes da escola. (Soares, 2009, p. 86)

Assim, optamos por investigar como se deu a apropriação da linguagem científica nos textos escritos produzidos pelos alunos participantes do projeto Água em Foco. Considerando que aprender ciências é também aprender a linguagem da ciência e que o letramento científico é uma prática social associada a sentidos que o indivíduo dá para o conhecimento científico, essa apropriação pode nos fornecer indicadores do letramento científico. Para isso, nos propusemos responder as seguintes questões: Os alunos utilizam a linguagem científica ou cotidiana nos textos? Podemos avaliar o letramento científico a partir da utilização de diferentes tipos de sequências textuais? Essas questões desdobram-se em outras: Que temas organizam os textos? Os alunos, ao escrever os textos, utilizam os parâmetros estudados no projeto? Que tipos de sequências os alunos utilizam nos textos? Em que medida os textos respondem às

questões iniciais propostas no projeto: As pessoas podem comer o peixe da Lagoa e ter contato com água da Lagoa?

3.2 Aspectos éticos

As pesquisas que envolvem seres humanos precisam de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (COEP). O COEP visa proteger o bem estar dos indivíduos em pesquisas realizadas na Universidade. Para que a pesquisa seja aprovada pelo COEP é necessário, além de um pesquisador responsável, de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Esta pesquisa envolveu estudantes do ensino médio com idade entre 15 e 18 anos, por isso foi necessário obter assinaturas em documentos separados, um TCLE, para os adolescentes (Anexo 2) e outro para seus pais e responsáveis (Anexo 2). A diretora da escola também assinou um termo de concordância da instituição (Anexo 3) que apresentava os objetivos da pesquisa e a metodologia utilizada. Em nenhum momento as identidades dos participantes serão reveladas e manteremos o nome da escola em sigilo. Todo o material de pesquisa está armazenado em local seguro.

3.3 O contexto da pesquisa

A presente pesquisa foi realizada em uma escola pública da rede estadual localizada na região central da cidade de Belo Horizonte. A escola atende alunos de várias camadas da sociedade, de vários bairros da cidade e também de outras cidades da região metropolitana, com um total de aproximadamente 5500 alunos. A escola possui turmas das séries iniciais do ensino fundamental até o ensino médio, incluindo também alunos do magistério e educação de jovens e adultos.

Segundo dados do SIMAVE (Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública), a escola possui um índice socioeconômico médio de 143, sendo 100 a média do Estado e 110 a média regional. A eficácia escolar é a relação entre o nível socioeconômico dos

alunos e os resultados obtidos nas avaliações. De maneira simplificada, as escolas com maior eficácia seriam as que os alunos apresentassem o menor índice socioeconômico e maior proficiência. A proficiência é avaliada por meio do desempenho dos alunos nas avaliações de Língua Portuguesa e Matemática. O SIMAVE inclui a escola no quadrante 2 de eficácia escolar. As escolas situadas no quadrante 2 são aquelas de maior proficiência média e maior nível sócio econômico médio. Elas também apresentam um desempenho médio acima da média; entretanto, isto é parcialmente explicado pelo fato de que o índice socioeconômico médio de seus alunos também se encontra acima da média do Estado.

Considerando a importância do letramento geral na discussão do letramento científico apresentamos os resultados da avaliação do desempenho dos alunos em Língua Portuguesa.

A proficiência em Língua Portuguesa alcançada pelos alunos da escola também é acima da média do Estado e da Cidade. A pesquisa foi realizada em 2009, portanto, os alunos pesquisados estavam no 9º ano do ensino fundamental em 2007. As figuras abaixo apresentam os dados do SIMAVE, relativos ao Ensino Fundamental, disponibilizados pela Secretaria de Estado de Educação. Apresentamos a distribuição percentual e a média de proficiência e também a evolução desta média desde o ano de 2007.

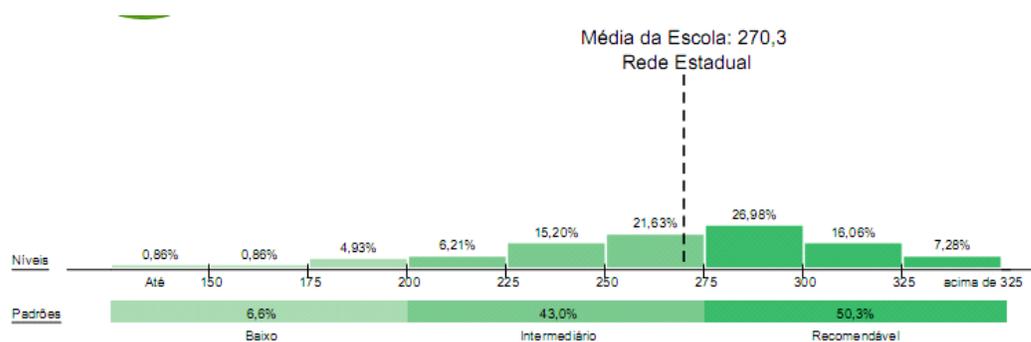


FIGURA 1 – Distribuição percentual e média de proficiência da escola pesquisada em Língua Portuguesa - estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental/ 2009. Fonte: SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS.

A avaliação apresenta níveis para padrões de desempenho dos alunos. Para o 9º ano do ensino fundamental, até 200 o desempenho é considerado baixo, entre 200 e 275 o padrão é intermediário e o recomendável é acima de 275. O SIMAVE utiliza a Teoria Clássica de Teste e a Teoria de Resposta ao Item nas avaliações. A média da escola é de 270,3, abaixo do nível considerado recomendável, mas, ainda assim, acima da média das escolas da rede estadual.

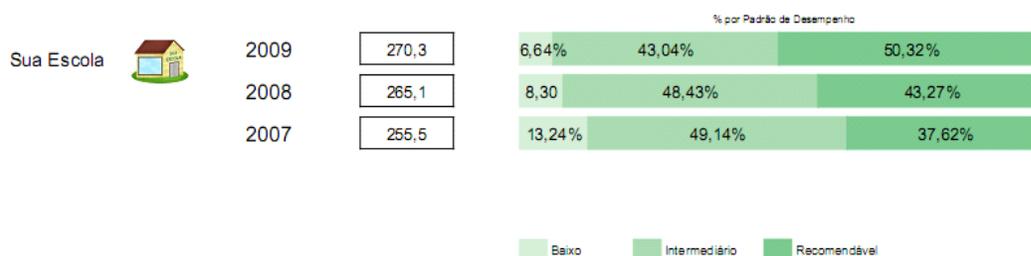


FIGURA 2 – Evolução do percentual dos alunos por padrão de desempenho na escola pesquisada - Língua Portuguesa no 9º ano do Ensino Fundamental. Fonte: SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS.

A figura 2 mostra que os padrões de desempenho da escola aumentaram ao longo dos anos, não apresentando grandes alterações na porcentagem de alunos no nível intermediário, mas aumentando a porcentagem de alunos no nível recomendável.

Apresentamos também os dados relativos ao Ensino Médio por considerarmos que, mesmo que os alunos pesquisados ainda não tenham participado da avaliação relativa a este nível de ensino, podemos ter uma visão geral da escola e a situarmos no quadro geral das escolas públicas. A figura 3 apresenta a proficiência dos alunos em Língua Portuguesa em 2009 e a figura 4 a evolução percentual por padrão de desempenho desde 2007.

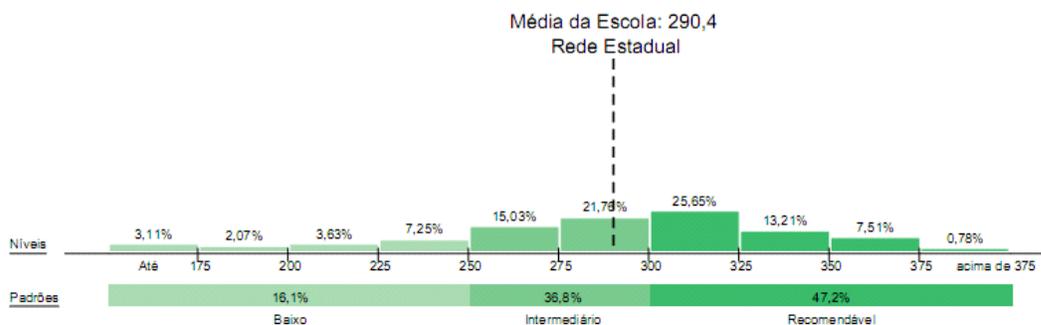


FIGURA 3 – Distribuição percentual e média de proficiência da escola pesquisada em Língua Portuguesa - estudantes do 3º ano do Ensino Médio 2009. Fonte: SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS.

No ensino médio os padrões de desempenho são diferentes. É considerado baixo o desempenho abaixo de 250, intermediário entre 250 e 300 e o recomendável acima de 300. O desempenho dos alunos no ensino médio é menor que no ensino fundamental e apresentou diminuição dos alunos que estavam no nível recomendável ao longo dos anos.

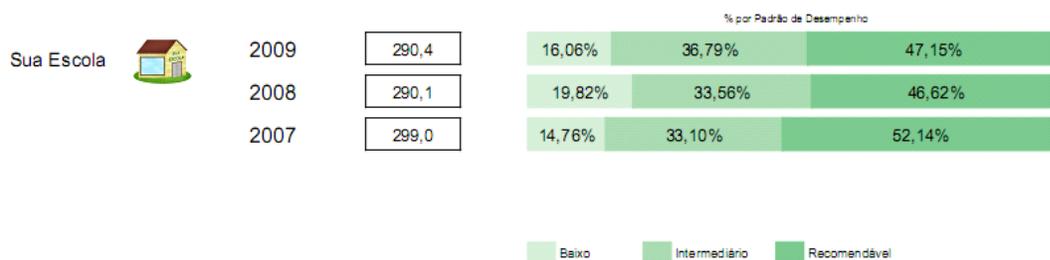


FIGURA 4 – Evolução do percentual dos alunos por padrão de desempenho na escola pesquisada - Língua Portuguesa no 3º ano do Ensino Médio. Fonte: SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS.

Os dados da pesquisa foram coletados em cinco turmas do segundo ano do ensino médio, nas quais a pesquisadora era professora. As turmas eram do turno da manhã e a maioria dos alunos estudava na escola desde os primeiros anos do ensino fundamental. As turmas tinham quatro aulas de química por semana. A coleta dos dados ocorreu durante dois meses do segundo semestre, durante o desenvolvimento

do Projeto água em Foco. A escola possui além das salas de aula, anfiteatro com projetor de multimídia e laboratório, os quais foram usados durante as aulas do projeto. É importante ressaltar que o uso desses espaços já era comum durante as aulas de química.

A opção por pesquisar estas turmas levou em consideração a facilidade de acesso aos dados empíricos que seriam usados na pesquisa e à familiaridade da pesquisadora com o desenvolvimento do Projeto Água em Foco em anos anteriores. Além da professora-pesquisadora, três alunos da licenciatura em química, bolsistas do PIBID, já participavam das aulas desde o início do ano e eram também responsáveis por algumas aulas do projeto.

3.4 Estruturação das atividades do Projeto Água em Foco na sala de aula

Considerando o referencial teórico CTS presente no projeto Água em Foco e discutido no capítulo 1 desta dissertação, nesta seção descreveremos o desenvolvimento do projeto na sala de aula.

O projeto iniciou-se com a aplicação de um pré-teste (Anexo 4) cujo objetivo era detectar as concepções dos alunos sobre questões relativas à qualidade da água. As questões apresentavam algumas situações problemas relativas ao uso da água de ambientes poluídos ou contaminados além de questões relativas à avaliação da qualidade da água para usos diversos.

Em seguida apresentamos aos alunos o problema a ser investigado no projeto: a qualidade da água da Lagoa da Pampulha, considerada cartão postal da cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais. O projeto propõe um problema real que parte de uma abordagem local para discutir problemas globais. Foram propostas duas questões a serem investigadas pelos alunos: pode-se ter contato primário com as águas da Lagoa da Pampulha? Pode-se comer o peixe ali pescado? É importante ressaltar que muitas pessoas já realizam atividades de pesca e de contato primário com a água na Lagoa da Pampulha.

As questões foram apresentadas para os alunos na introdução da apostila do projeto, seguida de uma apresentação com o histórico da construção e das alterações na Lagoa. No final da apresentação são colocadas imagens de pessoas pescando e tendo contato com a água da Lagoa. As imagens foram obtidas por alunos da mesma escola que participaram do projeto no ano anterior.

Para fazer a investigação da qualidade da água da Lagoa da Pampulha, os alunos foram informados que coletariam amostras e analisariam alguns parâmetros que possibilitariam tirar conclusões sobre a qualidade da água coletada. Além disso, produziram gráficos e tabelas a partir de dados obtidos junto à COPASA e Secretaria Municipal de Meio-Ambiente de Belo Horizonte. Um cronograma das atividades que seriam desenvolvidas foi apresentado aos alunos (Anexo 5). O conhecimento prévio das atividades permite que o aluno se envolva com o projeto e conheça as intenções do professor, que nem sempre são claras para os alunos.

Para investigar os problemas da Lagoa da Pampulha, os alunos utilizaram tanto os conhecimentos adquiridos nas aulas de química, quanto os oriundos de outras fontes de pesquisa. O conteúdo químico é desenvolvido enquanto os alunos realizam a investigação do problema. Esses conteúdos subsidiam as investigações sobre a qualidade da água da Lagoa da Pampulha. O projeto propõe uma estrutura em que as aulas são organizadas para que os alunos aprendam sobre alguns parâmetros, necessários à análise de água, fazendo também a análise desses parâmetros durante as aulas.

A primeira discussão do projeto referiu ao uso da água e as relações com os usos da mesma. Para falar em “qualidade” de água, é preciso definir o destino que se deseja dar à mesma. Os diversos usos da água e a necessidade de parâmetros que, ao serem avaliados, inferem sobre a qualidade da mesma, foram discutidos por meio das diversas resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, especificamente a resolução 357/2005 que discute classificação e enquadramento da água.

Na aula seguinte os alunos foram orientados sobre dois trabalhos que seriam desenvolvidos em grupos. O primeiro referia-se à obtenção de informações sobre a

Lagoa, o que demandava consulta a livros, internet, entrevistas com pessoas, etc. A seguir apresentamos os temas relativos ao trabalho:

- Legislação e o que vem sendo feito para melhorar a qualidade da água da Lagoa da Pampulha.
- Utilização da Lagoa.
- População local.
- Tratamentos bem sucedidos – Rio Tâmis.
- Tratamentos bem sucedidos – Lago Paranoá.
- Eutrofização e cianobactérias.
- Biodiversidade da lagoa da Pampulha e bioindicadores de qualidade da água.
- Tratamento de esgoto

A discussão dos problemas relativos à qualidade da água e seus usos requer abordagens não só químicas, mas também envolvem conhecimentos relativos a outras disciplinas. Portanto, esperava-se que nesse trabalho os alunos utilizassem outros conhecimentos.

Outra atividade importante foi a produção de gráficos e tabelas a partir de dados provenientes da COPASA e da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte. Os grupos trabalharam com dados relativos a alguns parâmetros importantes para avaliar a qualidade da água e deveriam apresentar os resultados para que os outros grupos também avaliassem. Os dados utilizados referiam-se aos seguintes parâmetros:

Grupo 1: Oxigênio dissolvido;

Grupo 2: pH e nitrogênio amoniacal;

Grupo 3: Turbidez e fósforo total;

Grupo 4: Condutividade;

Grupo 5: Metais pesados – Mercúrio (Hg); Cádmiio (Cd) e Manganês (Mn);

Grupo 6: Metais pesados – Chumbo (Pb); Arsênio (As) e Ferro (Fe);

Grupo 7: Coliformes;

Grupo 8: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

Esses gráficos, juntamente com as informações que os alunos obtiveram trabalhando em grupo e do trabalho de campo poderiam subsidiar a discussão do problema.

O projeto apresenta atividades que buscam integrar o conhecimento prático e teórico. Podemos considerar essas atividades como investigativas. Para Sandoval (2005) o ensino por investigação se caracterizaria por atividades ou conjunto de atividades em que os estudantes conduzem uma investigação sobre alguma questão. Assim, os alunos não precisam gerar questões a serem investigadas, mas sim se tornar responsáveis na busca de respostas coletando e interpretando dados, além de construir algum tipo de resposta. Neste sentido, podemos considerar essas atividades como investigativas. Nas atividades do projeto os alunos têm que responder a questões preliminares relacionadas ao conteúdo que será estudado, realizar experiência, anotar dados, comparar os resultados obtidos com o que se esperava obter e com outros resultados encontrados na literatura, discutir os resultados e as questões nos grupos, apresentar as conclusões obtidas para o resto da classe etc. (Silva, 2009).

O primeiro parâmetro físico-químico para determinar a qualidade de água é o oxigênio dissolvido. Abordou-se o conteúdo ambiental relacionado à importância do oxigênio para manutenção da vida nos ambientes aquáticos, bem como a concentração de oxigênio dissolvido para cada tipo de água, especificada pelo CONAMA. Além disso, discutiu-se o conteúdo químico de dissolução dos gases em água e como essa dissolução é afetada pela temperatura, pressão atmosférica e presença de matéria orgânica. Este tópico favorece também a discussão dos seguintes conteúdos químicos: evidências de reações químicas, representação das reações químicas, solubilidade,

interpretação de gráficos sobre solubilidade, conceito de titulação, preparo de soluções, cuidado no manuseio de reagentes químicos.

Na aula experimental, os alunos analisaram o oxigênio dissolvido em uma amostra de água. Após a prática, discutiram a respeito dos resultados obtidos e das questões propostas no final do experimento.

Outro parâmetro é o pH. Introduziu-se o conceito de equilíbrio químico e pH, relacionando-o com acidez e basicidade. O uso de indicadores ácido-base, a influência do pH na qualidade das águas e as consequências das variações bruscas de pH na sobrevivência de seres aquáticos, também fizeram parte da aula.

A parte experimental consistiu na construção pelos alunos de uma escala de pH que utiliza o repolho roxo como indicador. Após a construção da escala, os alunos determinaram o pH da água da torneira e de outras amostras. Após a realização da atividade prática, eles responderam as questões propostas no material e, depois, o professor discutiu os resultados com toda a classe.

Os seguintes conteúdos químicos foram discutidos na atividade: evidências de reações químicas, representação das reações químicas, reações de neutralização ácido-base, uso de indicadores ácido-base, reversibilidade das reações químicas, teorias de ácido e base de Arrhenius, ionização, preparo de soluções, diluição de soluções, medidas de volumes, deslocamento de equilíbrio.

Outro parâmetro apresentado foi a turbidez. Discutiu-se o que é turbidez e os conteúdos envolvidos: processos químicos utilizados na clarificação da água, misturas, processos físicos e químicos, diferença entre contaminação e poluição, processos biológicos como presença de microrganismos na água, fotossíntese, etc.; e físicos, como absorção e reflexão da luz. Para medir a turbidez os alunos construíram um turbidímetro e, em grupo, realizaram a medida da turbidez da água.

A quantidade de metais pesados presentes na água e nos peixes é outro parâmetro fundamental para discutir a qualidade da água da Lagoa da Pampulha. Iniciou-se a discussão pelas fontes de metais pesados na água e consequências da contaminação

por metais para os seres humanos. Os alunos receberam cópias de uma reportagem que apresenta resultados de um estudo que mensurava a quantidade de cádmio (Cd) e chumbo (Pb) presente em amostras de filé e vísceras das espécies de peixes mais representativas da fauna da Lagoa da Pampulha – *Oreochromis niloticus* (tilápia do Nilo), *Hypostomus sp* (cascudo) e *Geophagus brasiliensis* (acará). Considerando o objetivo do projeto, ou seja, que os alunos respondam se as pessoas podem ingerir os peixes da Lagoa, essa discussão é uma das mais importantes. Conceitos como bioacumulação e cadeia trófica também foram discutidos. Já que a reportagem afirmava que, sob o ponto de vista de saúde pública, os níveis estariam acima dos limites de tolerância, estabelecidos pela legislação brasileira, somente para o chumbo. Para o cádmio, as concentrações mais elevadas ocorreriam nas vísceras, que não fazem parte da dieta humana e, portanto, não representariam risco.

Outros dois parâmetros foram abordados no projeto, condutividade elétrica e coliformes. Além da parte teórica discutida na condutividade elétrica também há uma atividade experimental. Já em relação aos coliformes, a parte experimental foi feita somente no trabalho de campo, com testes padronizados, que apesar de não apresentarem resultados quantitativos, acusam a presença dos coliformes fecais na amostra de água analisada. A presença de quantidades acima do permitido pela legislação também é um parâmetro importante para definição dos usos da água e da possibilidade de ingestão dos peixes.

Para o trabalho de campo discutiu-se a importância dos procedimentos de coleta de amostras. Nesta aula, os alunos foram instruídos sobre a forma adequada de se fazer a coleta da água e também orientados a observar que a confiabilidade e a interpretação adequada dos resultados analíticos dependeriam da correta execução dos procedimentos.

O trabalho de campo foi realizado na Lagoa por alunos, não só da escola pesquisada, mas também de outras três escolas que participaram do projeto. Os alunos se organizaram em grupos e a coleta foi realizada em mais de um ponto da Lagoa. Além da coleta das amostras os alunos analisam alguns parâmetros físico-químicos na própria orla. Para a análise dos coliformes, as amostras foram levadas para escola, pois

é necessário aguardar cinco dias para interpretar os resultados. Os alunos receberam uma ficha de campo na qual deveriam anotar as observações efetuadas durante o trabalho de campo.

Os dados obtidos na análise realizada no campo foram usados para escrever o relatório final do projeto e também para subsidiar a apresentação que os alunos fizeram na Câmara Municipal.

Para discutir a dimensão social do problema da Lagoa da Pampulha os alunos participaram de uma atividade na Câmara Municipal da cidade de Belo Horizonte. A essa atividade estiveram presentes, além da presidente da Câmara, o Administrador Regional da Pampulha, representando a prefeitura, e o presidente da comissão de Meio Ambiente da Câmara Municipal. Na atividade, os alunos apresentaram os resultados das investigações desenvolvidas no projeto, possíveis soluções para o problema da Lagoa e cobraram medidas do poder público para resolver o problema da qualidade da água da Lagoa.

Com o objetivo de se avaliar as possíveis mudanças nas concepções dos alunos sobre o tema Qualidade da Água e Qualidade de Vida, após a execução do projeto Água em Foco, no final das atividades, aplicou-se o pós-teste com as mesmas questões do pré-teste, aplicado no início do projeto.

3.5 Produção e escolha dos textos para a pesquisa

Considerando que o objetivo da pesquisa era analisar os textos dos alunos, solicitou-se a produção diversos textos escritos durante o projeto. Todos os textos foram direcionados para situações ou interlocutores reais. Ao direcionar a produção do texto levamos em consideração que os textos devem ser produzidos para interlocutores definidos e para situações reais de inserção dos mesmos.

Dois textos são as questões de um pré e pós-teste (Anexo 4) produzidos individualmente, com questões relativas à qualidade da água.

Outro texto foi um artigo, produzido coletivamente, em parceria com a professora de Língua Portuguesa. Este artigo foi escrito para uma revista, e fazia parte de um projeto desenvolvido pela professora de Língua Portuguesa. O artigo deveria abordar a importância do oxigênio dissolvido para os ambientes aquáticos. A produção de um texto do projeto como atividade de outra disciplina serviu como elemento para motivação e engajamento dos alunos.

Os alunos também produziram textos coletivos relativos às pesquisas sobre qualidade da água, uso que a população faz da Lagoa da Pampulha e projetos de revitalização de rios e lagos em outras cidades.

Um relatório individual, com os resultados do trabalho de campo realizado na Lagoa da Pampulha, foi produzido individualmente. Ao final do projeto, após a apresentação na Câmara Municipal, solicitou-se um texto, para o blog do projeto, que discutisse a qualidade da água da Lagoa da Pampulha.

Neste trabalho abordaremos, especificamente, a análise do texto produzido para o blog do projeto. Dois critérios foram utilizados para escolher este texto, o primeiro é que foi produzido no final do projeto possibilitando que os alunos utilizassem todas as atividades do projeto. O segundo critério foi escolher um texto que não direcionasse a escrita de nenhum tipo específica sequência textual. O texto foi proposto tendo como base o seguinte enunciado:

Nas últimas décadas os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em função de atividades antrópicas, tais como mineração, construção de barragens, desvio do curso natural de rios, lançamentos de efluentes domésticos e industriais não tratados, desmatamento e uso inadequado do solo próximo aos leitos, superexploração de recursos pesqueiros, introdução de espécies exóticas, entre outros. Como consequência, tem-se observado expressiva queda da qualidade da água e perda da biodiversidade aquática, em função da desestruturação dos ambientes físico, químico

e biológico. A avaliação de impactos ambientais nesses ecossistemas tem sido realizada através da medição de alterações nas concentrações de variáveis físicas e químicas da água. Esse sistema de monitoramento, juntamente com a avaliação de variáveis biológicas é fundamental para a classificação de rios e córregos em classes de qualidade da água e padrões de potabilidade e balneabilidade humana.

*(DAVE, M.; GOULART, C; CALLISTO, M. **Bioindicadores de qualidade da água como ferramenta em estudo do impacto ambiental.** Adaptado da prova do ENEM 2009- prova não aplicada)*

Considerando o texto e as atividades desenvolvidas na sala e no laboratório escreva um texto sobre a avaliação da qualidade da água da Lagoa da Pampulha. Considere que esse texto irá para o blog do projeto ÁGUA EM FOCO e será lido por pessoas que não participam do projeto.

Do total dos cento e trinta e oito textos produzidos pelos alunos, para o blog, analisamos sessenta. A escolha destes textos levou em consideração, em primeiro lugar, a representatividade. Para garantir maior relevância de significado e consistência da análise optamos por não analisar os cento e trinta e oito textos. Para a escolha dos textos, como primeiro critério, consideramos a presença de textos de alunos das cinco turmas participantes do projeto nomeadas de A a E. Como segundo critério, optamos por alunos que participaram de todas as etapas do projeto e produziram todos os textos propostos. O terceiro critério foi a condição de produção dos textos. Para isso selecionamos os textos que foram produzidos e entregues durante a aula na qual ocorreu a atividade.

Considerando todos esses critérios obtivemos uma amostra de sessenta textos: onze textos da turma A, treze da turma B, doze da turma C, onze da turma D e treze textos da turma E. Para não identificarmos os alunos que produziram os textos, numeramos, para cada turma, os textos analisados. Sendo assim, temos os textos A01 a A11, B01 a B13, C01 a C12, D01 a D11e E01 a E13.

3.6 Categorias de análise dos textos

Antes de apresentar a análise dos textos, passaremos à descrição das categorias usadas na análise dos textos.

Categorizar exige fazer escolhas, tomar posições, interpretar, o que exclui outras escolhas e posições, outras categorizações. A interpretação atribuída pelo pesquisador em um dado contexto e momento da leitura pode não manter estabilidade na codificação e interpretação ao longo do tempo. Desde meados da década de 1980 foram desenvolvidos programas para análise de dados qualitativos. Atualmente existe uma grande variedade desses programas. Apesar das polêmicas relativas ao uso de programas na análise qualitativa (Flick, 2005), consideramos que os ganhos em consistência nos procedimentos analíticos podem contribuir para a pesquisa na área da educação. Em nossa pesquisa utilizamos o software NVIVO8®. A primeira versão do NUD*IST Vivo (NVIVO) foi lançada em 2001. A partir da versão 7 houve uma diversificação para as possibilidades de tratamento das informações, além da aproximação do *layout* aos programas da *Microsoft*. A codificação consiste em localizar passagens no material empírico e a elas atribuir os significados correspondentes às categorias (nós) com os quais estamos trabalhando. Os nós e sua estrutura podem ser construídos manual ou automaticamente (com auxílio das buscas de texto) ou definidos a priori, antes do início da codificação, ou durante o processo de análise. Podemos fazer diversos tipos de buscas, dentre elas a contagem de palavras e busca de textos. Utilizamos o software NVIVO® para a contagem de palavras, criação de categorias e codificação dos textos.

Mesmo existindo em nossa investigação um sistema de categorias criada a priori, os tipos de sequências textuais, a primeira atividade antes da organização das categorias foi a leitura flutuante. Segundo Franco, esta fase consiste em “*conhecer os textos e as mensagens neles contidas, deixando-se invadir por impressões, representações, emoções, conhecimentos e expectativas*” (Franco, 2003,p.44). Partindo desta leitura, observamos a recorrência de alguns temas nos textos. Esses temas, chamados por Marchuschi de organização tópica, seriam aquilo sobre o que se está falando no discurso e se desenvolve nos processos enunciativos (Marchuschi, 2008). Podemos

considerar que esses temas são elementos textuais que apontam a relação entre o texto e seu contexto, o projeto Água em Foco. Para a identificação desses temas, utilizamos uma busca por palavras e posteriormente identificação e categorização dos enunciados em que os temas eram desenvolvidos. A busca de palavras mostrou que peixes e pescadores eram palavras frequentes nos textos, as palavras governo e prefeitura também. Com essa primeira busca escolhemos dois temas como categorias de análise: a problematização da ingestão dos peixes por parte da população e discussões relativas à dimensão social do problema ambiental, na qual eram abordados o papel do poder público e da população. Outro tema escolhido foi uso dos resultados encontrados no trabalho de campo na Lagoa. A escolha dos resultados do trabalho de campo como categoria importante para analisar os textos tem por objetivo compreender até que ponto o projeto Água em Foco é utilizado para legitimar o discurso e pode evidenciar o envolvimento dos alunos com o projeto. Já a ingestão de peixes pode ser avaliada como uma tentativa de responder à questão inicial, colocada para os alunos, se a população poderia ou não consumir os peixes pescados na lagoa. Avaliando que a abordagem CTS do projeto permite discutir a qualidade da água também em sua dimensão social, consideramos relevante avaliar também a presença da dimensão social através da presença nos textos de aspectos relacionados ao papel do poder público e da população na resolução de um problema ambiental e social para a população da cidade.

Consideramos pertinente também avaliar a presença dos parâmetros físico-químicos e biológicos que foram estudados durante o projeto, nos textos. A presença dos parâmetros pode ser uma evidência do letramento científico já que a atribuição de significado dada pelos alunos a esses parâmetros pode indicar a apreensão da linguagem científica.

Nossa questão de pesquisa propõe avaliar a apropriação da linguagem científica com base nos diferentes tipos de sequências que os alunos utilizam nos textos. Por isso, utilizaremos como categoria os tipos de sequências textuais já discutidos no capítulo anterior.

Para algumas categorias com maior grau de inferência, como os tipos de sequências textuais, utilizamos a confiabilidade entre intercodificadores como uma maneira de validar os resultados da pesquisa. A validade das análises dos textos é considerada por Paltridge (2009) ligada à replicabilidade, mas na análise das sequências essa replicabilidade “está condicionada pelo modo como pensamos as coisas do mundo” e não a critérios simplesmente linguísticos.

Finalizamos com uma análise global de alguns textos buscando relacionar as categorias e níveis diferentes de letramento científico presentes nos textos.

4 ANÁLISE DOS DADOS

Este capítulo apresenta a análise dos textos considerando as categorias discutidas no capítulo 3. Ao longo da análise descreveremos os trechos dos textos produzidos e em seguida interpretaremos esse texto. Com menor frequência descreveremos o texto completo. Iniciaremos com uma categoria de baixa inferência que é a contagem de palavras existentes nos textos. Em seguida, a análise dos parâmetros físico-químicos estudados no projeto que estão presentes nos textos. Segue-se a análise dos três temas considerados relevantes para a análise. Os tipos de sequência e seu encadeamento nos textos são analisados de maneira geral e também por tipo de sequência. Finalizamos com a análise de alguns textos considerando as relações entre tipos de sequências, linguagem cotidiana, linguagem científica e letramento científico.

4.1 Número de palavras

A primeira categorização dos textos foi a contagem de palavras. A orientação entregue aos alunos não apontava o tamanho do texto, somente indicava que ele iria para o blog do projeto. Apesar disso, observamos uma homogeneidade em relação ao tamanho dos textos. Na contagem de palavras observamos que poucos textos apresentam menos de 100 palavras e mais que 250 palavras. A maioria dos textos possui entre 100 e 250 palavras. A produção de um texto curto era esperada já que o texto era direcionado para o blog do projeto.

Tabela 1: Quantidade de palavras presentes nos textos

| Quantidade de palavras | Número de textos |
|------------------------|------------------|
| Menos que 100 | 03 |
| 100-150 | 18 |
| 151 - 200 | 24 |
| 201- 250 | 11 |
| Mais que 250 | 04 |

Mesmo nos textos com menor quantidade de palavras há a presença de um parâmetro importante em relação à qualidade da água da Lagoa da Pampulha, os metais pesados e sua implicação na ingestão de peixes:

“Muitas pessoas de baixa renda utilizam os peixes da lagoa para alimentar suas famílias, o problema é que a contaminação por metais pesados não é evidente, assim não ficam sabendo se os peixes podem ou não ser consumidos” (A10.)

O texto com maior número de palavras também apresenta parâmetros estudados no projeto, diferenciando pela presença de uma quantidade maior deles: óleos e graxas, coliformes, pH, turbidez e presença de cianobactérias. O texto também discute o consumo de peixes, mas diferentemente do menor, narra o que foi o projeto e finaliza com um diálogo com o leitor.

“Nosso projeto consistia em pesquisar e estudar as condições da água da lagoa da Pampulha, já que tantas pessoas nadam e comem os peixes pescados lá.

Para nossa surpresa, descobrimos que a lagoa está classificada na classe 3, que é uma classe em que a água só pode ser utilizada para atividades secundárias (andar de barco e etc., atividades que não envolvem contato direto com o ser humano). Também encontramos lá óleos e graxas, materiais jogados do esgoto de indústrias e lixo residencial e isso prejudica os peixes também, estes que são consumidos pelo homem e que agora não trazem danos à sua saúde, mas no futuro pode sim e muitos.

Outro ponto que nossas pesquisas mostraram é que o cheiro forte que exala da lagoa, são coliformes fecais. E também há surpresa em relação ao pH que varia de 6,0 a 9,0 (o que é visto de um início ácido até um início básico).

Encontramos também em nossas amostras de água em que há grande número de cianobactérias o que não deve exceder 50000 cel/mL ou 5mm³/L.

A turbidez testa a qualidade da água, ela é caracterizada pela perda da transparência da água e as partículas dispersas na água, quando se decompõem com tamanho de 0,01 a 100 microns. Depois de um tratamento correto da água, os níveis de turbidez vão de 5 a 10 NTU (unidade de turbidez) e a lagoa ultrapassa este nível chegando a 100 NTU.

Se hoje em dia todas pensam em meio ambiente, que tal começarmos a “limpar nossa casa”? O local onde vivemos, para o bem estar de todos?!” (C01)

Nesta primeira análise é possível observar que os alunos procuram responder, mesmo que na orientação para a produção do texto não exista uma indicação direta, a questão inicial do projeto “as pessoas podem ingerir o peixe pescado na lagoa?”.

Considerando esta primeira análise, passaremos a analisar os temas mobilizados nos textos.

4.2 Temas

Como discutido anteriormente, elegemos três temas para análise. O uso dos resultados do trabalho de campo poderia aparecer em sequências narrativas ou argumentativas uma vez que para discutir a qualidade da água da Lagoa da Pampulha os alunos poderiam apenas narrar sua participação no projeto ou também argumentar utilizando dados referentes às análises. A ingestão dos peixes é um tema que remete ao início do projeto e também às investigações desenvolvidas pelos alunos, pois a existência de muitas pessoas pescando na Lagoa e ingerindo esses peixes foi constatada durante o projeto. A contaminação desses peixes por metais pesados é um tema polêmico porque

não há estudos conclusivos. Apesar da contaminação dos peixes com metais como cádmio e chumbo, alguns estudos afirmam que não haveria problemas de saúde porque a quantidade de metais pesados presentes nos peixes estaria abaixo dos limites toleráveis. A presença desse tema nos textos poderia indicar níveis diferentes de apreensão da linguagem científica ao possibilitar uma discussão tanto do conteúdo científico como da questão social introduzida no início do projeto. O conteúdo científico pode estar presente tanto na simples menção da contaminação da água, discussões de fontes de contaminação como nas implicações entre a contaminação com metais pesados e a saúde de quem consome os peixes. Já a dimensão social, entendida aqui como discussões referentes à responsabilidade do poder público em relação à qualidade da água e responsabilidades individuais enquanto cidadão é um tema importante para ser avaliado no texto já que se refere a atitudes e valores relacionados à abordagem CTS.

Apresentamos na tabela abaixo a quantidade de textos que apresentam estes temas e a discussão de cada um destes temas nos textos.

Tabela 2: Temas presentes nos textos

| Temas | Quantidade de textos |
|---|-----------------------------|
| Uso dos resultados do trabalho de campo | 24 |
| Ingestão de peixes | 30 |
| Dimensão social | 33 |

O uso dos resultados nos textos é feito de maneira genérica, ou seja, os dados das análises não são apresentados de maneira direta, com os valores encontrados, qualificando assim as explicações para a má qualidade da água da Lagoa e que justifiquem restrições à ingestão dos peixes.

No texto abaixo o aluno A11 utiliza a expressão *muito estudo* para argumentar que a água é inadequada para o consumo, mas não apresenta os resultados que

comprovariam a inadequação. Expressão semelhante, *com tantos estudos*, é utilizada pelo aluno C06 que também não apresenta os dados.

Ao longo desse projeto foram feitas inúmeras análises, entrevistas, pesquisas e muito estudo que comprovaram padrões inadequados de água tanto para consumo quanto para a vida aquática.(A11)

Com tantos estudos podemos concluir que infelizmente a água da lagoa da Pampulha é imprópria para consumo humano como nadar, pescar, beber... (C06)

Consideramos a dimensão social como aquela associada a aspectos que envolvem não só atitudes individuais, mas também coletivas. Envolve também problemas sociais que explicam o uso que a população faz da água da Lagoa da Pampulha. Colocá-la como uma categoria importante de análise se justifica pelos referenciais que norteiam não só a abordagem CTS que o projeto propõe, mas para avaliar a importância de haver na escola eventos de letramento ligados a contextos sociais que dão sentido aos usos da escrita nesta situação particular (Soares, 2004).

A dimensão social aparece nos textos com ênfases diferentes. Discutiremos alguns exemplos.

No texto abaixo há uma discussão tanto de posturas individuais como de atitude do poder público. A dimensão social aparece relacionada a outro tema que é o consumo de peixes por parte da população. A referência à qualidade da água é feita de maneira genérica sem especificar quais parâmetros comprometeriam a qualidade da água.

Direto nos perguntamos: se a lagoa da Pampulha tem tantos contras, porque as pessoas tanto insistem em fazer uso de lazer? É bem simples, o uso mais normal e contínuo da lagoa é a pesca que é proibido pelo governo devido a má qualidade da água. As pessoas pescam não só para o lazer, mas também para uso próprio e/ou venda, Mas acredito que esse risco eles correm por não serem cientes do perigo, afinal, só dizer que a água contamina o peixe e que com o

consumo pode trazer riscos à saúde, não vai conscientizar toda uma população. (B04)

A combinação de posturas individuais com a atuação do poder público na melhoria da qualidade da água aparece também em outros textos.

Para mudar essa realidade da lagoa é preciso que a prefeitura trate os esgotos e a população deve fazer sua parte parando de jogar esgotos clandestinos e lixo em sua orla. Com a colaboração de todos poderíamos melhorar a qualidade da água e da própria população da Pampulha. (A01)

Falta conscientização das pessoas que visitam o local e que moram nas imediações e principalmente dos governos que não fazem nada para melhorar as condições da lagoa. (A09)

Lamentavelmente a população juntamente com a prefeitura preferem tapar os olhos diante desses estrondosos problemas que direta ou indiretamente são causados pelos mesmos. (A11)

Em outro texto, o aluno relaciona atitudes individuais, “as pessoas não ligam para nada”, com a discussão da despoluição da lagoa para um evento (Copa do Mundo) que fazia parte da propaganda governamental feita durante o desenvolvimento do projeto. Nesse sentido, o contexto social em que o texto foi produzido é fundamental para entender o texto. Esse contexto aparece em outros textos. Apresentamos abaixo os textos:

Alguns tempos atrás a água da lagoa da Pampulha não era tão suja igual está hoje no dia-a-dia. No atual mundo as pessoas não ligam para nada, despejam lixos etc, (...) Para a população local eles tem

esperanças de melhorias na lagoa da Pampulha por causa da Copa de 2014 que ocorrerá no Brasil e o Mineirão será palco de jogos, então para isso a lagoa precisa de reformas. Em 2014 será cobrada a não poluição da lagoa, mas será que depois que acabar a Copa esses procedimentos vai ser prolongado? Porque não adianta de nada conservar a lagoa só para um ano e mesmo assim por causa de um evento mundial.(B05)

No texto abaixo há uma confusão entre a responsabilidade individual, pelo lixo, e a responsabilidade do Estado, pela poluição. Os esgotos, corretamente associados a má qualidade da água, são considerados responsabilidade individual e não do Estado.

As obras para a despoluição da lagoa começou na década de 80, foram gastos até hoje milhões de reais. Para a melhoria das condições das águas da lagoa, e nada se resolveu. O problema maior não é a falta de recursos, e sim a quantidade de esgoto e lixo que é despejado pela população.

A nova meta para a despoluição é em 2012. A prefeitura está estimando mais 400 milhões de reais em obras até lá mas será que só isso vai dar certo? Fora os recursos a população deveria ajudar, tomando consciência e parando de sujar a lagoa. As pessoas deverão contribuir contra a poluição, se não, nada adiantará. (E02)

Observamos nestes trechos uma vinculação do conteúdo trabalhado com o contexto social em que o problema estudado, qualidade da água, está inserido. Podemos considerar que há um engajamento dos alunos não só com o projeto, mas também um envolvimento com o “problema aberto” apresentado no início do projeto.

A problematização da ingestão dos peixes pelos alunos é um aspecto importante na análise porque é uma evidência de que o texto produzido tenta responder às questões iniciais do projeto. Para avaliar os riscos envolvidos na ingestão dos peixes é necessário considerar a contaminação por metais pesados. É importante observar que

muitos textos apresentam esse argumento para avaliar se o peixe pode ou não ser ingerido.

Vejamos os exemplos:

“Muitas pessoas de baixa renda utilizam os peixes da lagoa para alimentar suas famílias, o problema é que a contaminação por metais pesados não é evidente, assim não sabendo se os peixes podem ou não ser consumidos.” (A10)

“Pescadores muitas vezes não sabem o risco que estão correndo ao consumirem os peixes, logo que, esses peixes são contaminados pelos metais pesados existentes na lagoa.” (B11)

“A lagoa da Pampulha recebe desde sua criação dejetos vindos dos esgotos lançados nos córregos que nela deságuam.

Isso contribui para a intensa contaminação dos animais que ali vivem, não só com coliformes, mas também com metais pesados como o chumbo. A população que consome esses peixes alegam que a lagoa não é suficientemente poluída para que o consumo dos peixes seja nocivo à saúde, mesmo porque esses pescadores afirmam que a contaminação está nas vísceras e não na carne que é consumida.

É fato que o consumo pouco desses peixes pode não causar dano algum, mas o acúmulo desses materiais podem causar sérios riscos.” (C09)

A expressão *“o acúmulo desses materiais podem causar sérios riscos”* do trecho anterior, apesar de fazer uso da linguagem cotidiana, é uma evidência importante do entendimento do conteúdo trabalhado, já que durante o projeto discutiu-se a bioacumulação dos metais pesados e as consequências para a saúde humana.

O texto abaixo inicia-se com uma generalização sobre a importância da água para posteriormente se referir à Lagoa da Pampulha e à contaminação por metais pesados.

“A água é um componente essencial para o ser humano, só que a cada dia que se passa o ser humano a destrói, poluindo rios, lagos, mares etc.

A lagoa da Pampulha é um exemplo disso, a quantidade de contaminação de metais pesados principalmente o chumbo põem em risco a vida de vários pescadores que necessitam do peixe da lagoa.”
(D06)

Outros textos falam de contaminação dos peixes de maneira geral, sem especificar quais seriam os contaminantes e quais as consequências da ingestão dos mesmos.

“E não se iluda fritar ou assar o peixe em alta temperatura, não vai eliminar todos os seus poluentes. Isto é, você será contaminado do mesmo jeito.” (B01)

“A lagoa da Pampulha foi classificada uma água doce de classe 3, ou seja pescas amadoras, um pH base, a recreação secundária (sem contato direto com a água).

Porém sabemos que há pessoas que mesmo vendo a poluição na lagoa e sentindo o odor, têm contato direto com a água (nadando) ou até mesmo praticando a pesca de subsistência o que é terminantemente prejudicial à saúde devido a substâncias contaminantes nos peixes. ”
(C08)

O texto C08 apresenta a classificação da água presente na resolução do CONAMA, mesmo sem citá-la diretamente, para problematizar o uso que a população faz da lagoa. Mesmo não especificando quais seriam as substâncias contaminantes nos peixes parece haver um entendimento inicial dos conceitos científicos trabalhados no projeto.

4.3 Parâmetros desenvolvidos no projeto

A presença dos parâmetros físico-químicos de análise é importante, pois evidencia o aprendizado uma vez que o objetivo do projeto é estudar a qualidade da água por meio dos parâmetros presentes na resolução 357/2005 do CONAMA. Avaliamos a presença de parâmetros que foram estudados no projeto, analisados pelos alunos no trabalho de campo ou determinantes na avaliação da qualidade da água da Lagoa da Pampulha, como metais pesados. Avaliamos também a presença combinada de alguns parâmetros nos textos.

TABELA 3: Parâmetros presentes nos textos

| Parâmetro | Quantidade de textos |
|---|----------------------|
| Metais pesados | 30 |
| Oxigênio Dissolvido (OD) | 22 |
| Coliformes | 17 |
| pH | 12 |
| Turbidez | 09 |
| Metais pesados e Oxigênio Dissolvido | 15 |
| Metais pesados, OD e Coliformes | 08 |
| Metais pesados, OD, Turbidez, pH e coliformes | 03 |

Um aspecto importante é que os parâmetros que aparecem com maior frequência nos textos são os que mais comprometem a qualidade da água da Lagoa da Pampulha como metais pesados, oxigênio dissolvido e coliformes. Além disso, os parâmetros que foram estudados por meio de atividades experimentais também apareceram em um maior número de textos. Alguns textos só citam os parâmetros outros já os explicam e problematizam a qualidade da água utilizando-os. Ainda que algumas vezes estes

parâmetros sejam apenas citados sem explicações ou relações com a qualidade da água, consideramos que sua presença nos textos é uma forma que os alunos encontram para legitimar o discurso mesmo quando não há a presença da linguagem científica e pode também indicar níveis de letramento científico diferentes.

Para discutir um pouco mais as linguagens cotidiana e científica presentes nos textos passaremos à categoria tipos de sequências textuais.

4.4 Tipos e encadeamento das sequências

Para avaliar a apropriação da linguagem científica pelos alunos categorizamos os tipos de sequências que os alunos utilizam nos textos. A produção de um texto combina e articula diferentes tipos de sequências (Mortimer, 2010). O enunciado presente na orientação para produzir o texto não sugere nenhum tipo específico de sequência, por isso investigar os tipos de sequência pode revelar a apropriação da linguagem científica. A presença de sequências narrativas era esperada já que o enunciado pede que os alunos utilizem as atividades desenvolvidas na sala e no laboratório. Existe, portanto, a possibilidade de se “contar uma história”. O tema central “Lagoa da Pampulha” permite a presença de sequências descritivas que apresentem aspectos da lagoa e características que a tornam poluída. Sequências argumentativas podem ser utilizadas nos textos que apresentam temas como ingestão de peixes e a má qualidade da água e que serão contestadas ou problematizadas pelos alunos. Explicações e definições podem ser usadas na apresentação dos parâmetros estudados no projeto e das causas da contaminação da lagoa. Ao orientar que o texto deveria ser feito para pessoas que não participam do projeto o enunciado abre espaços para sequências explicativas, mas também dialogais.

O gráfico 1 apresenta os tipos de sequências, relacionando quantidade de textos e quantidade de sequências já que um mesmo texto pode apresentar duas ou mais sequências do mesmo tipo combinadas de maneiras diferentes.

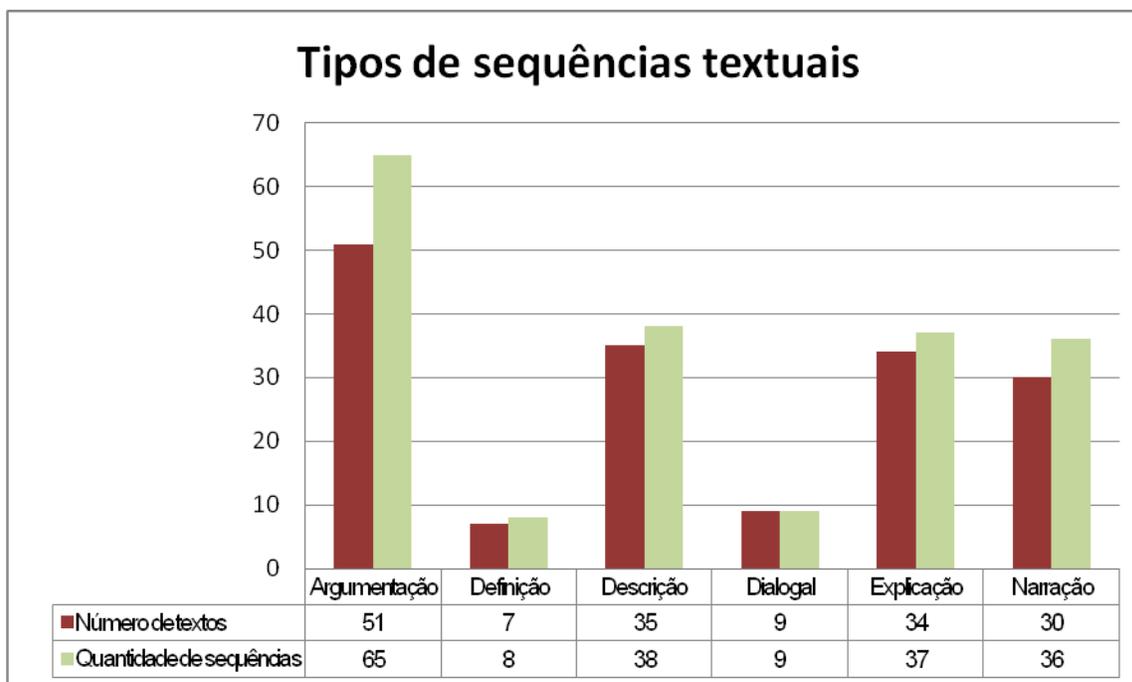


GRÁFICO 1 – Tipos de sequências presentes nos textos

Observamos que há uma heterogeneidade de sequências nos textos, exceto por dois que apresentam um único tipo de sequência. O primeiro apresenta uma sequência descritiva

“A lagoa da Pampulha possui uma grande área em que uma parte está situada em Belo Horizonte e o resto em Contagem. Esta lagoa é um dos principais pontos turísticos de Belo Horizonte e vem sendo poluída ao longo dos anos.

Existem vários rios poluídos com o esgoto doméstico, que deságuam na lagoa, deixando ainda mais poluída.

Na lagoa possui cianobactérias e alguns tipos de metais pesados como por exemplo o fósforo que pode ser encontrado nos peixes que vivem na lagoa e que são comidos por alguns moradores de bairros próximos a ela.

As autoridades de Belo Horizonte prometem que até 2011 a lagoa esteja completamente despoluída e própria pra a prática de esportes aquáticos”. (B07)

O texto descreve, por meio da linguagem cotidiana, não só a poluição da Lagoa, mas também o uso que a população faz da mesma. Também apresenta um parâmetro importante para avaliar a qualidade da água, os metais pesados, mas apresenta um erro conceitual ao descrever o fósforo como metal pesado. Descreve que nos peixes há metais pesados e que as pessoas comem os peixes, mas não problematiza essa ingestão. Se considerarmos os níveis de letramento científico propostos por Bybee e apresentados no item 2.3, podemos considerar que este texto se encontra no nível *funcional* do letramento. Nesse nível o indivíduo utiliza um vocabulário científico, mas geralmente ele é está fora de contexto ou incorreto do ponto de vista científico.

O outro texto apresenta somente uma sequência argumentativa. O aluno começa com uma generalização sobre a água para demonstrar a tese que o ser humano é o responsável pela poluição da água. O aluno utiliza como premissas a contaminação da Lagoa da Pampulha por metais pesados.

“A água é um componente essencial para o ser humano, só que a cada dia que se passa o ser humano a destrói, poluindo rios, lagos, mares etc.

A lagoa da Pampulha é um exemplo disso, a quantidade de contaminação de metais pesados principalmente o chumbo põem em risco a vida de vários pescadores que necessitam do peixe da lagoa. A alguns anos a ocupação desordenada e baixo investimento básico trouxeram sérias conseqüências para a Pampulha.

A beleza da lagoa seria inconfundível se não tivesse poluída”.(D06)

O fato de somente nove textos não apresentarem sequências argumentativas é um dado que se insere dentro de pesquisas que revelam o papel central da argumentação para o ensino de ciências (Nascimento e Platin, 2009).

Adam, citando Ducrot, afirma que a sequência argumentativa é para demonstrar ou refutar uma tese (Adam, 2009). A sequência abaixo apresenta como tese a contaminação da lagoa, as premissas utilizadas se referem ao lançamento de esgotos e

à presença de coliformes. A sequência é finalizada com uma asserção conclusiva “*além de prejudicar a vida aquática prejudica o ser humano...*”.

“Ao contrário de que muitos pensam, a água da lagoa da Pampulha é sim contaminada e por vários “fatores”: Desaguamentos de vários córregos e esgotos não tratados, lixo e dejetos jogados lá, presença de vários tipos de coliformes, etc. Tudo isso além de prejudicar a vida aquática lá presente – matando ou contaminando (através de metais pesados) os peixes – prejudica o ser humano com o mau cheiro proveniente de lá.” (E11)

Outra sequência utiliza processos de nominalização para sustentar o argumento que a qualidade da água irá piorar. Halliday refere-se à nominalização como um processo em que há substituição dos processos, expressos normalmente por verbos, por grupos nominais (Mortimer, 2010). Esse processo é comum na linguagem científica e aparece na sequência a seguir nos grupos nominais: *diminuição do oxigênio dissolvido, diminuição das bactérias aeróbicas e diminuição da biodiversidade.*

“Em águas com condições ruins como a da lagoa da Pampulha tendem a piorar cada vez mais, pois com a poluição surgirão vários problemas como a diminuição de oxigênio dissolvido na água, diminuição das bactérias aeróbicas (que são decompositoras), diminuição da biodiversidade, mal cheiro e outros.

Se as pessoas não colocarem a mão na consciência e não tomarem alguma atitude em um futuro não muito distante a orla da lagoa da Pampulha será um lugar onde não “poderemos passar nem perto” e as pessoas menos “informadas” que dali fazem um local de lazer terão problemas piores (com relação à saúde).” (C11)

O texto utiliza ao mesmo tempo linguagem cotidiana e linguagem científica, formando um texto híbrido. Bakhtin define hibridação como a mistura de duas linguagens sociais

dentro do limite de um único enunciado (Mortimer, 2010). Mortimer considera a contribuição de Bakhtin e afirma que

a apropriação de novos significados pelos indivíduos segue um padrão, o qual começa com os novos significados sendo introduzidos no plano social, por exemplo, no discurso da sala de aula. Durante esse estágio os significados das palavras são vistos pelos alunos como estranhos a sua própria experiência.(...) A próxima fase na apropriação progressiva de significados é alcançada quando o aluno não mais os vê como completamente estranhos, mas como metade dele e metade do outro. (Mortimer, 2010, p.190)

Podemos, então, considerar o texto anterior (C11) um texto híbrido, no qual o aluno começa a se apropriar da linguagem da ciência. Esse início de apropriação pode ser um indício também do letramento científico que, neste caso, pode ser considerado *conceitual*, onde o indivíduo desenvolve uma compreensão das relações entre a parte conceitual da disciplina e as relações com o todo.

As sequências dialogais são as que aparecem com menor frequência nos textos, somente em nove deles. Elas aparecem na estrutura do texto com a função de fazer a ligação entre tipos diferentes de sequências, como uma forma de chamar atenção para alguns aspectos particulares narrados ou descritos nos textos.

O texto abaixo é um exemplo, começa com uma sequência narrativa e a sequência dialogal é uma ligação entre a narração e a sequência explicativa que aparece posteriormente.

“Em parte da lagoa, podemos passear tranquilamente vendo a beleza da lagoa. Uma visível diversidade de animais impressionante. Daria até para nada ...” (sequência narrativa)

Pare! As coisas não são como parecem ser, em parte da lagoa temos sim um aspecto atraente e inofensivo, mas se você começar a prestar um pouco mais de atenção vai perceber, que a quantidade de peixes

está diminuindo, a água da lagoa está exalando um cheiro desagradável. O que está acontecendo? (sequência dialogal) (B13)

A sequência que apresentaremos a seguir antecede uma sequência descritiva e o texto é finalizado com uma sequência argumentativa.

“O que você acha da qualidade da água da lagoa da Pampulha? Só olhando superficialmente já temos uma idéia que não ta 100% boa. Mais é só essa poluição que interfere na qualidade de vida da lagoa? Não, temos outros problemas e fatores para avaliar e assim saber a qualidade da água”. (E13)

Na caracterização das sequências narrativas Adam (2009) considera que as mesmas devem apresentar pelo menos um ator antropomórfico individual ou coletivo, além de uma sucessão temporal. Nos textos analisados as narrativas se referem ao desenvolvimento do projeto e às análises feitas na água da Lagoa.

“Nos últimos meses, nós, alunos do 2º ano do ensino médio de 2009 de várias instituições de Belo Horizonte, com a ajuda e apoio de nossos professores vínhamos a analisar a qualidade da água da lagoa da Pampulha sob orientação do projeto Água em Foco coordenado pelos alunos de licenciatura de Química da UFMG”. (A11)

“Analisamos e estudamos a qualidade da água da lagoa da Pampulha através de diversos fatores e aqui podemos citar alguns destes. Nós estudamos a turbidez total, que nos dá a redução da transparência desta água, e observamos que a água na lagoa é bem turva, mas isso não nos dá a entender que este é o motivo da água ser poluída (apesar de saber que esta não é de qualidade especial). Essa turbidez ocorre porque partículas ficam suspensas na água e isso pode ser consequência das chuvas que trazem sedimentos como a argila.

Também estudamos o pH da água, e a influência deste na lagoa que pode nos proporcionar o equilíbrio ácido-básico da água e para isso fizemos algumas experiências para compreendermos melhor. E um dos principais fatores estudados foi a quantidade de oxigênio dissolvido na água, fizemos experiências, pesquisas e descobrimos a importância do oxigênio nesta água...” (C06)

A Lagoa da Pampulha está presente nas sequências descritivas por meio de aspectos de sua arquitetura, características que denunciam sua poluição e sua biodiversidade. Nos dois textos a seguir, as sequências descritivas antecedem uma sequência explicativa, sendo que os aspectos apresentados na descrição são utilizados para explicar a ingestão dos peixes como sendo um problema.

“A lagoa da Pampulha é um cartão postal de Belo Horizonte, mas infelizmente ela é muito poluída. Suas principais fontes de contaminação são o córrego Ressaca e o Ribeirão Sarandi. Eles recebem dejetos industriais do centro industrial de Contagem e urbanos dos municípios de Contagem e Belo Horizonte. O Ressaca drena o aterro sanitário de Belo Horizonte e o lixão da Cidade Industrial. Apesar da má qualidade da água, em sua orla vivem alguns tipos de animais como as capivaras, garças e até um jacaré. Na lagoa também existem várias espécies de peixes. Existe ainda uma estação de tratamento de esgoto dos afluentes da lagoa”. (A01)

“Localizada no norte de Belo Horizonte até Contagem a lagoa da Pampulha foi construída na década de 30, e novamente reconstruída nos anos 50.

Já nos anos 70, a poluição tomou conta da lagoa. Atualmente oito córregos deságuam na lagoa. A sujeira chega o tempo inteiro, com isso, a poluição aumenta cada vez mais. Mesmo sabendo disso uma grande parte da população continua usando a água da lagoa como se ainda

fossem as águas dos anos 50. A pescaria continua sendo praticada por muitos e os peixes pescados quase sempre consumidos”. (E02)

As definições aparecem em poucos textos e se referem principalmente à avaliação da qualidade da água ou sua classificação. Somente em uma delas a linguagem cotidiana é utilizada (A03).

“A avaliação da água em rios e lagos é muito importante para se saber o que será possível ser executado no determinado local (beber, se banhar, nadar e até mesmo olhar). E assim saber qual é o melhor tipo de tratamento para o melhoramento de sua qualidade.” (A03)

“Segundo a resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, águas com o aspecto como o da lagoa da Pampulha (de classe 3) só podem ser destinadas à navegação e à harmonia paisagística.” (C02)

Em duas delas há definição de parâmetro estudado no projeto, coliformes e turbidez. Apresentamos abaixo a sequência que define a turbidez

“A turbidez testa a qualidade da água, ela é caracterizada pela perda da transparência da água e as partículas dispersas na água, quando se decompõem com tamanho de 0,01 a 100 microns. Depois de um tratamento correto da água, os níveis de turbidez vão de 5 a 10 NTU (unidade de turbidez) e a lagoa ultrapassa este nível chegando a 100 NTU.”

Apesar de definir a turbidez não há nenhuma discussão que relacione a turbidez da água da Lagoa com outro parâmetro ou uma explicação do parâmetro no contexto da qualidade da água da Lagoa da Pampulha. Assim, apesar do texto apresentar a linguagem científica não há um claro indicativo do letramento científico.

As sequências explicativas não aparecem nos textos de maneira isolada. Podemos analisar a heterogeneidade tipológica dos textos considerando os tipos de sequências que acompanham as sequências explicativas.

Tabela 4 – Tipos de sequências que acompanha as sequências explicativas

| Tipo de sequência | Quantidade de Textos que apresenta a combinação |
|-------------------|---|
| Argumentação | 29 |
| Definição | 05 |
| Descrição | 20 |
| Narração | 11 |

As explicações podem, mais do que em outras sequências, apresentar a linguagem científica e a linguagem cotidiana pode estar presente nas argumentações e narrativas. A organização das sequências nos textos permite o aparecimento de linguagem híbrida, principalmente, nos textos que apresentam argumentações.

O texto a seguir apresenta a definição da eutrofização e grupos nominais: *processo de eutrofização e esgotamento do oxigênio dissolvido*, para explicar, utilizando a linguagem científica, a morte de peixes.

“O processo de eutrofização – aumento excessivo de microorganismos, que causa o esgotamento do oxigênio na água – ocorrido na lagoa fez com que muitos peixes morressem asfixiados.” (A08)

Outro texto também apresenta grupos nominais (*alterado seu ecossistema, expressiva queda na qualidade da água*). O trecho *“com a lagoa poluída”* torna a linguagem híbrida com uma descrição da condição da lagoa.

“Com a lagoa poluída foi alterado o seu ecossistema, com isso tem-se uma expressiva queda na qualidade da água e da sua biodiversidade”.
(B02)

O texto seguinte também é um híbrido, a linguagem cotidiana aparece intercalada com grupos nominais típicos da linguagem científica (*diminuindo a quantidade de oxigênio dissolvido, alterando a cadeia alimentar*).

“A lagoa está totalmente poluída, com todos os esgotos que vêm sendo despejados ali, assim diminuindo a quantidade de oxigênio presente na água, fazendo com que diminua a diversidade de peixes, assim alterando a cadeia alimentar e mudando o ciclo vital; aumenta a quantidade de metais pesados e coliformes, ambos em contato com os peixes e nós humanos, nos alimentamos deles, após anos esses metais trazem doenças e vários males ao nosso organismo.” (B08)

O texto a seguir apresenta, além de grupos nominais, relações de causa e efeito: *aumentando a matéria orgânica, diminui a quantidade de oxigênio dissolvido*. Esses dois processos são característicos da linguagem científica e juntamente com a discussão das consequências da ingestão de peixes contaminados indicam um nível diferente de letramento científico, o *multidimensional* que incorpora também a dimensão social da ciência.

“O aumento de matéria orgânica na água causada pelo despejo de esgotos domésticos, por exemplo, influencia na quantidade de oxigênio dissolvido nela, de maneira que aumentando a matéria orgânica, diminui a quantidade de oxigênio dissolvido. Isso afeta os peixes e outras espécies que necessitam desse gás para a respiração. A contaminação da água por metais pesados também é um grande problema. Através do lixo industrial lançado na água eles contaminam a mesma, e se uma pessoa costuma se alimentar de peixes contaminados pode estar comprometendo sua saúde, como exemplo, o sistema nervoso.” (D01)

4.5 Avaliação do letramento científico em alguns textos

Para melhor compreensão das relações entre o letramento científico e a apropriação da linguagem científica por meio dos tipos de textos produzidos analisaremos alguns textos de maneira integral. Seleccionamos alguns textos que podem servir como exemplos dentro do contexto da pesquisa por representarem estilos de texto que foram produzidos pelos alunos. Buscaremos avaliar a presença da linguagem cotidiana e da linguagem científica nos textos selecionados, buscando caracterizar níveis diferentes de letramento científico. Novamente utilizaremos os níveis de letramento propostos por Bybee (Roberts, 2006; Murcia, 2009).

Apresentaremos os textos em quadros que permitem visualizar a categorização das sequências e as análises que consideram também as outras categorias discutidas anteriormente. Em seguida, discutiremos as linguagens presentes e sua relação com os níveis de letramento científico.

Texto A01

| Texto | Tipo de sequência | Análise |
|--|-------------------|---|
| <p>Qualidade da água da lagoa</p> <p>A lagoa da Pampulha é um cartão postal de Belo Horizonte, mas infelizmente ela é muito poluída. Suas principais fontes de contaminação são o córrego Ressaca e o Ribeirão Sarandi. Eles recebem dejetos industriais do centro industrial de Contagem e urbanos dos municípios de Contagem e Belo Horizonte.</p> | <p>Descritiva</p> | <p>Descreve aspectos da lagoa identificando a principal causa da contaminação, os dejetos industriais. Utiliza a linguagem científica entremeada com asserções que justificam a argumentação no final do texto.</p> |

O Ressaca drena o aterro sanitário de Belo Horizonte e o lixão da Cidade Industrial.

Apesar da má qualidade da água, em sua orla vivem alguns tipos de animais como as capivaras, garças e até um jacaré. Na lagoa também existem várias espécies de peixes. Existe ainda uma estação de tratamento de esgoto dos afluentes da lagoa.

Muitas pessoas pescam na lagoa, mas o peixe da lagoa não é apropriado para o consumo, por serem contaminados por metais pesados vindo dos lixões drenados pelo Córrego Ressaca.

Explicativa

A sequência serve de ponte entre a descrição e a argumentação. Utiliza o parâmetro metal pesado para responder a questão inicial do projeto; as pessoas podem ingerir o peixe pescado na lagoa. Apresenta linguagem cotidiana mais próxima de uma narração.

Para mudar essa realidade da lagoa é preciso que a prefeitura trate os esgotos e a população deve fazer sua parte parando de jogar

Argumentativa

Utiliza a descrição e a explicação para discutir o papel do poder público na resolução do problema.

esgotos clandestinos e lixo em sua orla. Com a colaboração de todos poderíamos melhorar a qualidade da água e da própria população da Pampulha.

Apesar de o texto ser escrito na linguagem cotidiana há elementos que indicam a existência de um letramento multidimensional. O texto mostra a compreensão das relações entre lançamento de esgotos industriais e a contaminação por metais pesados. A dimensão social é discutida tanto na ingestão de peixes quanto na discussão do papel do poder público.

Texto D01

| Texto | Tipo de sequência | Análise |
|---|----------------------|--|
| <p>A qualidade da água</p> <p>A influência da água sobre a nossa saúde é muito grande. Todos temos o direito de utilizarmos a água em condições adequadas para o consumo.</p> <p>Infelizmente a qualidade das águas vem sofrendo um declínio por causa da contaminação e poluição provocadas principalmente</p> | <p>Argumentativa</p> | <p>Utiliza a importância da água de maneira generalizada para demonstrar a tese que o homem altera o meio ambiente comprometendo a vida dos seres aquáticos e do próprio homem. Linguagem mais próxima da cotidiana.</p> |

pelo homem, o que provoca graves mudanças nos ambientes aquáticos e compromete a vida de várias espécies e do próprio ser humano.

O aumento de matéria orgânica na água causada pelo despejo de esgotos domésticos, por exemplo, influencia na quantidade de oxigênio dissolvido nela, de maneira que aumentando a matéria orgânica, diminui a quantidade de oxigênio dissolvido. Isso afeta os peixes e outras espécies que necessitam desse gás para a respiração.

A contaminação da água por metais pesados também é um grande problema. Através do lixo industrial lançado na água eles contaminam a mesma, e se uma pessoa costuma se alimentar de peixes contaminados pode estar comprometendo sua saúde, como exemplo, o sistema

Explicativa

A sequência serve de ponte entre duas sequências argumentativas. Utiliza parâmetros como oxigênio dissolvido e metais pesados para responder a questão inicial do projeto; as pessoas podem ingerir o peixe pescado na lagoa. Apresenta linguagem científica utilizando grupos nominais como aumento da matéria orgânica e contaminação da água por metais pesados.

nervoso.

Alguns parâmetros como oxigênio dissolvido e metais pesados influenciam por meio de valores que são tomados como referência na qualidade da água.

Avaliar essa qualidade é importante, pois assim, é possível estabelecer certos limites de consumo (às vezes não respeitados, com a pesca imprópria) e constatar a melhor maneira que poderá ser utilizada no processo de descontaminação da água e preservação do ambiente.

Argumentativa

Finaliza o texto fechando a argumentação inicial e utilizando a sequência explicativa para validar o argumento.

O texto não cita em nenhum momento a Lagoa da Pampulha, apesar de a orientação solicitar que a qualidade da água da Lagoa fosse discutida. Apesar disso, podemos considerar que o texto, ao generalizar, apresenta um letramento multidimensional. Outro aspecto importante é a hibridização das linguagens cotidianas (*Infelizmente a qualidade das águas vem sofrendo um declínio...*) e científica (*aumentando a matéria orgânica, diminui a quantidade de oxigênio dissolvido*). O texto não apresenta uma mera repetição do discurso científico, a generalização apresentada no texto mostra que o aluno foi capaz de entender o significado da avaliação da qualidade da água em situações mais amplas que a da Lagoa da Pampulha.

A11

| Texto | Tipo de sequência | Análise |
|--|-------------------|--|
| <p>A qualidade da água da lagoa da Pampulha</p> <p>Nos últimos meses, nós, alunos do 2º ano do ensino médio de 2009 de várias instituições de Belo Horizonte, com a ajuda e apoio de nossos professores <i>vínhamos</i> a analisar a qualidade da água da lagoa da Pampulha sob orientação do projeto Água em Foco coordenado pelos alunos de licenciatura de Química da UFMG.</p> | Narrativa | Conta a “história” do projeto utilizando a linguagem cotidiana. |
| <p>Ao longo desse projeto foram feitas inúmeras análises, entrevistas, pesquisas e muito estudo que comprovaram padrões inadequados de água tanto para consumo quanto para a vida aquática. Mais de sete esgotos deságuam na lagoa, esgotos estes que não deveriam ali estar. Existe uma série de irregularidades</p> | Descritiva | Utiliza os parâmetros, mas não explica como eles foram utilizados para avaliar a qualidade da água. Usa somente a linguagem cotidiana. |

que acarretam problemas físicos, químicos e biológicos como o excesso de cianobactérias, perda da biodiversidade, uma paisagem de aspecto desagradável, mal-cheiroso.

Ao utilizar somente narração e descrição podemos considerar que o texto apresenta um letramento funcional. No nível *funcional* do letramento o indivíduo pode até utilizar um vocabulário científico (*Existe uma série de irregularidades que acarretam problemas físicos, químicos e biológicos como o excesso de cianobactérias, perda da biodiversidade*), mas ele é utilizado fora de maneira descontextualizada.

B06

| Texto | Tipo de sequência | Análise |
|--|-------------------|---|
| <p>Qualidade de Água na Lagoa</p> <p>Tem sido realizado estudos e pesquisas para avaliar a qualidade de água da lagoa da Pampulha. A UFMG desenvolve um projeto que foi trazido para as salas de aula, para que os alunos possam ter um conhecimento do que vem acontecendo com a lagoa da Pampulha. Nós alunos temos observado que as ações humanas</p> | Narrativa | <p>A sequência se diferencia de uma sequência descritiva por apresentar personagens como “nós alunos”, apresentando também uma descrição de aspectos da lagoa. Utiliza a linguagem cotidiana.</p> |

como: despejo de resíduos industriais, lixos domésticos, córregos sem tratamento, etc. tem sido muito prejudicial à lagoa deixando também o nível de qualidade da água “lá embaixo”.

Esses problemas que vem ocorrendo nela também podem prejudicar a saúde das pessoas pois muitos não tem conhecimento da gravidade dos problemas e os que tem conhecimento acham que esses problemas nunca os afetarão.

Explicativa

Tenta explicar o que “esses *problemas*” acarretariam, mas apresenta uma explicação que se aproxima de uma argumentação, não utiliza a linguagem científica.

O governo de MG e os prefeitos de BH/Contagem têm investido na “revitalização” da lagoa da Pampulha. Uma preocupação grande é por causa da Copa de 2014, pois, pelo fato da lagoa ser cartão postal e perto do Mineirão ela traz atenção dos turistas, e MG nos quer “passar vergonha”. Mas a principal causa dessa revitalização é a qualidade

Descritiva

Descreve os projetos de revitalização finalizando com uma frase argumentativa que utiliza o *slogan* do projeto (*qualidade de vida*), embora não desenvolva a argumentação

de vida.

O texto usa a linguagem cotidiana e não relaciona os problemas que são descritos na qualidade da água, usa um termo genérico “esses problemas” que não nos permite avaliar se há um entendimento dos conceitos estudados no projeto. Podemos considerar que o texto apresenta um letramento nominal. Em um nível *nominal* um indivíduo não compreende o tema como questão científica.

D07

| Trecho do texto | Tipo de sequência | Análise |
|---|-------------------|--|
| A atual situação da lagoa da Pampulha é complexa, pelo fato que, ela está contaminada principalmente por esgotos lançados em seus afluentes, as conseqüências desse malfeito planejamento urbanístico são catastróficas, eis aqui a principal | Argumentativa | Parte da tese que a situação da lagoa é complexa e utiliza a sequência explicativa posterior para sustentar o argumento. |
| Nos esgotos despejados na lagoa da Pampulha, há cianobactérias, que se alimentam de matéria orgânica. Essas bactérias se reproduzem rapidamente, quanto maior o número delas, mais turva fica a H ₂ O. | Explicativa | Identifica os esgotos despejados na lagoa como o principal problema, utiliza termos científicos, mas apresenta confusão e erros nas explicações. Mostra confusão ao afirmar que “nos esgotos |

Com isso, as algas “param” de realizar a fotossíntese e começam a se alimentar de matéria orgânica. Com o passar do tempo, a água fica cheia de CO₂ e com falta de O₂, sua temperatura aumenta juntamente com o mau cheiro. Com sua temperatura aumenta, cada vez se torna mais difícil encontrar O₂, pois ele evapora-se mais facilmente. Resultado: morte de todos os seres aeróbios que vivem na água e aparecimento de grande qtd. de seres anaeróbicos.

Se ocorrer isso com a lagoa da Pampulha será um sinal significativo que não foram tomadas medidas adequadas para o seu tratamento. A água *sitada* acima, segundo a classificação CONAMA estaria na

Argumentativa

há cianobactérias” e que “*elas começam a se alimentar da matéria orgânica*”. Relaciona falta de oxigênio com aumento da temperatura da água de maneira equivocada. Apresenta linguagem científica, mas confunde ou erra nos conceitos utilizados.

Utiliza a sequência explicativa para sustentar que a Lagoa não apresenta condições de uso. Utiliza de maneira correta a resolução do CONAMA para sustentar o argumento.

classe 4 (só serviria para a harmonia paisagística). A atual classificação da lagoa é a classe 3 (o que nos mostra que não é adequado nadar lá, nem consumir os seus peixes, muitas pessoas arriscam sua saúde com tal atitude).

O texto, apesar de apresentar a linguagem científica na sequência explicativa, apresenta conceitos confusos ou errados. A utilização da resolução do CONAMA na sequência argumentativa indica uma compreensão incipiente das questões e conceitos trabalhados no projeto. Poderíamos considerar que o texto se situaria em um *não letramento* e um *letramento nominal*, já que se por um lado não apresenta um entendimento dos conceitos por outro classifica a água da Pampulha utilizando corretamente a resolução do CONAMA. Este texto mostra os limites da avaliação do letramento científico utilizando um único evento de letramento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Retomaremos as considerações mais relevantes deste trabalho que foram discutidos ao longo de sua apresentação. Apresentaremos também algumas implicações dos resultados para as pesquisas em Educação em Ciências e para a prática docente.

Esta dissertação buscou responder as seguintes questões de pesquisa: Os alunos que participaram do Projeto Água em Foco se apropriaram da linguagem científica ao produzir textos escritos? Podemos avaliar o letramento científico com base na forma que os alunos usam diferentes tipos de sequência textual? Estas duas questões se desdobraram em outras mais específicas: Os alunos utilizam os parâmetros físico-químicos e biológicos ao escreverem os textos? Que temas os alunos utilizam nos textos? Os alunos respondem a questão inicial do projeto referente à ingestão dos peixes? Que tipos de sequências os alunos utilizam ao escrever os textos?

A utilização dos parâmetros estudados no projeto mostra que houve a compreensão dos principais problemas da Lagoa da Pampulha: contaminação da água e dos peixes com metais pesados e eutrofização causada pelo excesso de matéria orgânica proveniente dos esgotos lançados na Lagoa. Os parâmetros que aparecem nos textos com maior frequência são os que estão relacionados a estes problemas.

Os temas utilizados nos textos parecem apontar para a importância da utilização de problemas autênticos na estruturação de atividades de ensino. A utilização dos resultados da investigação, nas aulas ou no trabalho de campo, demonstra um envolvimento dos estudantes com o projeto. Ainda que nas orientações para produção do texto pelos alunos não tenha sido solicitado que os mesmos respondessem à questão inicial do projeto referente à ingestão dos peixes, este foi um tema que apareceu em 50% dos textos produzidos. Acreditamos que existência de uma questão autêntica pode ser um eixo importante para a estruturação do ensino de ciências, especificamente o ensino de química.

Os textos analisados apresentam na sua organização uma heterogeneidade de sequências, somente dois textos apresentam um único tipo de sequência. Além disso, há uma presença marcante das sequências argumentativas. Concordamos com Mortimer que “*Aprender é dialogar com a palavra do outro. É povoar esta palavra com suas próprias contrapalavras*” (Mortimer, 2010, p.185). A argumentação cumpre um papel importante no processo de “povoamento” de contrapalavras que os alunos fazem. Consideramos também que a utilização de textos escritos no ensino de química, que geralmente só são utilizados nas disciplinas como Língua Portuguesa, pode contribuir para o aprendizado de química.

Nesse diálogo com a palavra do outro o aluno se apropria da linguagem científica de maneira gradual. A utilização de diferentes tipos de sequências no mesmo texto, apresentando híbridos entre a linguagem cotidiana e a linguagem científica pode ser uma forma de construção de significados pelos alunos. Assim como Lemke (1997), queremos que os alunos sejam capazes de construir significados essenciais com suas próprias palavras e com palavras ligeiramente diferentes de acordo com a situação.

Observamos nos textos níveis diferentes de letramento, desde o nominal até o multidimensional. Mas ao considerarmos o letramento como uma prática social, a avaliação do letramento científico em um único evento de letramento é importante, mas apresenta limitações. Avaliar textos que requeiram generalizações do conhecimento científico juntamente com as implicações sociais pode contribuir para compreender melhor o letramento científico dos estudantes.

Acreditamos que a discussão do uso que os alunos fazem da linguagem cotidiana e da linguagem científica, da utilização de problemas abertos, do uso da escrita de maneira mais efetiva no ensino de ciências e do letramento científico como um objetivo importante no ensino de ciências podem ser um referencial importante na discussão dos currículos de química e em programas de formação inicial e continuada de professores.

Este trabalho aponta para a necessidade de discutir nos programas de formação inicial e continuada da utilização de textos escritos argumentativos e dissertativos nas aulas

de ciências como uma ferramenta que auxilie o processo de ensino aprendizagem. Mostra também que podemos potencializar algumas atividades sugeridas no projeto como, por exemplo, produção e análise de gráficos.

Entende-se que os aspectos levantados nesta pesquisa não pretendem ser exaustivos, nem esgotar a compreensão do objeto de estudo, pois uma série de aspectos de natureza mais complexa está em jogo. O presente trabalho permitiu apontar alguns aspectos envolvidos na produção de um texto escrito em relação à generalização necessária à aprendizagem dos conceitos científicos. No desenvolvimento do projeto Água em Foco em outras turmas pretendemos ampliar a produção de texto considerando aspectos associados à generalização de conceitos e uso da linguagem científica de forma mais explícita como em um artigo científico.

É importante considera que deixamos no ar uma série de questões que poderão ser investigadas em trabalhos futuros. Entre essas, pode-se destacar: Quais atividades do projeto mais contribuem na perspectiva do letramento científico como um objetivo do ensino de ciências? Se fossem analisados textos produzidos por outros alunos, que não os meus, os resultados seriam os mesmos? A produção deste texto, fora do contexto do projeto, levariam aos mesmos resultados?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAAS (American Association for the Advancement of Science) Project 2061: Science for all Americans. New York: Oxford University Press; 1990.

ADAM, Jean-Michel. Textualidade e sequencialização: o exemplo da descrição. In: BEZERRA, Benedito G.; BIASI-RODRIGUES, Bernadete; CAVALCANTE, Mônica M. (Orgs). *Gêneros e sequências textuais*. Recife: Edupe, 2009. p.61-78.

ADAM, Jean-Michel. Quadro teórico de uma tipologia textual. In: BEZERRA, Benedito G.; BIASI-RODRIGUES, Bernadete; CAVALCANTE, Mônica M. (Orgs). *Gêneros e sequências textuais*. Recife: Edupe, 2009. p.115-132.

ADAM, Jean-Michel. Uma abordagem textual da argumentação: “esquema”, sequência e frase periódica. In: BEZERRA, Benedito G.; BIASI-RODRIGUES, Bernadete; CAVALCANTE, Mônica M. (Orgs). *Gêneros e sequências textuais*. Recife: Edupe, 2009. p.133-158.

AIKENHEAD, Glen. S. *Educação científica para todos*. Mangualde: Edições Pedagogo, 2009. 187 p.

AIKENHEAD, Glen S. *Research into sts science education*. Educación Química, 16, 384-397, 2005. Disponível em http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/research_sts_ed.pdf. Acesso em 20 de março de 2009

BAKHTIN, Mikhail. (V. N. VOLOCHÍNOV) Trad. M. Lahud e Y. F. Vieira. *Marxismo e Filosofia da Linguagem*. 11ª ed. São Paulo: Editora Hucitec.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC). Parâmetros Nacionais para o Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC). PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BAZERMAN, Charles. Gêneros textuais, tipificação e interação. Organização de Ângela de Paiva Dionísio, Judith Chambliss Hoffnagel. 2.ed.São Paulo: Editora Contexto, 2006.

BRAID, Beth. Bakhtin e o círculo. São Paulo:Contexto, 2009.207p.

BRONCKART, Jean-Paul. Atividade de linguagem, textos e discursos. Por um interacionismo sociodiscursivo. 2. ed. São Paulo: Educ, 2007. 353p.

CARRASCOSA, J. *et al.* Papel de la actividad experimental em la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. v. 23, n.2, 2006. Disponível em www.fsc.fsc.br/ccef/menu_cadernos.html. Acesso em 15 ago.2007.

CHIAPINI, L.; GERALDI, J. W. Aprender e ensinar com textos. Vol. 1: Aprender e ensinar com textos de alunos. São Paulo. Cortez Editora, 1994.

DELL'ARETI, Bianca. *O que textos fazem e como se fazem textos em uma sala de aula de Ciências da Natureza: Um estudo de práticas sociais relacionadas à escrita*. 2008. Dissertação (mestrado em Educação) Faculdade de Educação – UFMG, Minas Gerais.

DIAZ, J. A. Acevedo, ALONSO Á. Vázquez, MAS M. A. Manassero. *Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 2 Nº 2 (2003).

FARACO, Carlos Alberto. *Linguagem & diálogo: as idéias lingüísticas do círculo de Bakhtin*. 2 ed. Curitiba: Criar Edições, 2003.136 p.

FLICK, Uwe. *Uma introdução à pesquisa qualitativa*. 2 ed.Ed: Bookman, 2005.

FRANCO, Maria Laura P. B. *Análise de conteúdo*. Brasília: Plano Editora, 2003. 72p.

GURGEL, Célia Margutti do Amaral. Por um enfoque sócio-cultural da educação das Ciências Experimentais. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. vol. 2 n.3, 2003.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, Maria Pilar. A argumentação sobre questões sócio-científicas: processos de construção e justificação do conhecimento na aula. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Florianópolis. *Conferências...2007*.

KELLY, G. J. e BAZERMAN, C. How students argue scientific claims: a rethorical - semantic analysis. *Applied Linguistics*. v.24, n.1, p.28-55. 2003.

KELLY, Gregory. Scientific literacy, discourse, and knowledge. In Cedric Linder, Leif Östman and Per-Olof Wickman (Eds.) *Promoting Scientific Literacy: Science Education Research in Transaction*. Geotryckeriet, Uppsala, 2007, pp.47-55.

LEMKE, J.,L. *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. 1.ed. Barcelona: Paidós, 1997. 273p.

KLEIMAN, Ângela B. Modelos de letramento e as práticas de alfabetização na escola. In: KLEIMAN, Ângela B. (Org.). *Os significados do letramento*. 9 ed.Campinas: Mercado das Letras, 2006. 294p.

MACHADO, A. H. *Aula de Química: discurso e conhecimento*. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 1999. 200p.

MALDANER, O.A.; BAZZAN, A. C.; LAXEN, M.T. C. Reorganização dos conteúdos de química no ensino médio a partir do desenvolvimento do currículo por sucessivas situações de estudo. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 2006, Campinas.

MARCUSCHI, Luiz Antônio. *Produção textual, análise de gêneros e compreensão*. 2.ed. São Paulo: Parábola Editorial, 2008. 296p.

MARTINS, Isabel. Alfabetização científica: metáforas e perspectivas para o ensino de ciências. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 11, 2008. Curitiba. *Resumo dos trabalhos apresentados...Curitiba: [s.n.], 2008.p.1-14*.

MILLAR, R. Twenty First Century Science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*. v. 28, n. 13, p. 1499-1521, outubro 2006.

MILLAR, R.; OSBORNE, J. *Beyond 2000. Science education for the future*. London: Nuffield Foundation, 1998.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. *Proposta curricular de química*. Belo Horizonte, 2005. 53p.

MORTIMER, E.F. Sobre chamas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências. In: CHASSOT, A; OLIVEIRA, R. J. (Org.) *Ciência, ética e cultura na educação*. São Leopoldo: Editora UNISINOS, 1998.p.95-117.

MORTIMER, E.F. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000. 338p.

MORTIMER, E.F. *Água em foco: qualidade de vida e cidadania*. Belo Horizonte, 2005. CD-ROM.

MORTIMER, E.F. *Projeto água em foco: qualidade de vida e cidadania*. 2007. 57 p. Belo Horizonte: Faculdade Educação, Universidade Federal de Minas Gerais.

MORTIMER, E. F. As Chamas e os Cristais Revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino das ciências da natureza. In: SANTOS, W. L. P; MALDANER, Otavio Aloísio (Orgs). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Ed. Ijuí, 2010. p181-207.

MORTIMER, E.F., SCOTT, Phil. *Meaning making in secondary science Classrooms*. Buckingham: Open University Press, 2003.

MORTIMER, E. F., VIEIRA, A.C.F.R. Letramento científico em aulas de química para o ensino médio: diálogo entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana. In Cunha, A.M.O. (org.). *Convergências e tensões no campo da formação e do trabalho docente*. Belo Horizonte: Autentica, 2010.

MORTIMER, E. F., MASSICAME, T., TIBERGHIEU A., BUTY, C. Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de Ciência. In Nardi, R. (ed.) *A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes*. São Paulo: Escrituras. 2007. p. 53-94.

MURCIA, Karen. Re-thinking the development of scientific literacy through a rope metaphor. *Research in Science Education*. v.39, p.215-229, 2009.

NASCIMENTO, Sylvania Sousa; PLATIN, Christian (Orgs.). *Argumentação e ensino de ciências*. Curitiba: Editora CRV. 2009. 164 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press. 1996.

OLIVEIRA, C. M. A. ; CARVALHO, A. M. P. Escrevendo em aulas de ciências. *Ciência & Educação* . v. 11, n. 3, p. 347-366, 2005 .

OLIVEIRA, Marta Kohl. Letramento, cultura e modalidades de pensamento. In: KLEIMAN, Ângela B. (Org.). *Os significados do letramento*. 9 ed. Campinas: Mercado das Letras, 2006. 294p.

PALTRIDGE, Brian. Análise de gêneros e identificação de fronteiras textuais. In: BEZERRA, Benedito G.; BIASI-RODRIGUES, Bernadete; CAVALCANTE, Mônica M. (Orgs.). *Gêneros e sequências textuais*. Recife: Edupe, 2009. p.61-78.

PRAIN, V., HAND, B. Writing for learning in secondary science: rethinking practices. *Teaching & Teacher Education*. v.12. N.6, p.609-626, 1996 .

ROBERTS, Douglas A. Scientific Literacy/ Science Literacy. *Handbook of research on science education*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, p. 729-780. 2007 .

ROTH, Wolff-Michael; LEE, Stuart. Science education as/for participation in the community. *Science Education*, v. 88, n.2. p. 263-291, 2004.

SANDOVAL, W.A. Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, n.89, p. 634-656, 2005

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*. v.12, n.36, p. 474-550, set./dez.2007b.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*. v.1, número especial, p., nov.2007a.

SANTOS, W. L. P. *et al* Enfoque CTS e a Educação Ambiental: Possibilidade de “ambientalização” da sala de aulas de Ciências. In: SANTOS, W. L. P; MALDANER, Otavio Aloísio (Orgs). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Ed. Ijuí, 2010. p131-157.

SANTOS, W.L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão. *Química Nova na Escola*, n.4, p.28-34, 1996.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S no contexto da educação brasileira. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte, v. 2, n.2, p-129-248, dez, 2000.

SILVA, Adjane Tourinho Costa. *Estratégias enunciativas em salas de aula de química: Contrastando professores de estilos diferentes*. 2008. Tese (doutorado em Educação) Faculdade de Educação – UFMG, Minas Gerais.

SILVA, Penha D. S. *O Projeto Temático nas salas de aula: mudanças nas interações discursivas*. 2009. Tese (doutorado em Educação) Faculdade de Educação – UFMG, Minas Gerais.

SMOLKA, A. L. B. A prática discursiva na sala de aula: uma perspectiva teórica e um esboço de análise. *Cadernos Cedes*, n.24, p.60-75, 3ª edição, 2000.

SOARES, Magda. Letramento e escolarização. In:RIBEIRO, Vera Masagão. *Letramento no Brasil*. 2. ed. São Paulo: Gobal, 2004. 287 p.

SOARES, Magda. *Alfabetização e letramento*. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2008. 123 p.

SOARES, Magda. *Letramento: um tema em três gêneros*. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2009. 128 p.

TEIXEIRA, P.M.M. Educação científica e movimento CTS no quadro das tendências pedagógicas. *Revista da ABRAPEC*. vol.3, n.1, 2003. Disponível em: <www.fae.ufmg.br/abrapec/revista/index.html>. Acesso em: 10 de julho de 2007.

ANEXO 1

CONVITE DE PARTICIPAÇÃO EM PESQUISA CIENTÍFICA

(Aluno de 16 a 18 anos)

Eu, Clarissa Rodrigues, sou professora de Química do Ensino Médio e aluna do curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Minas Gerais e estou desenvolvendo o projeto de pesquisa intitulado **“Currículo CTS e letramento nas aulas de Química: gêneros textuais e linguagem científica”**. A pesquisa será desenvolvida dentro das normas e resoluções do Ministério da Saúde e da ANVISA por meio da Resolução 196/96 que trata de todos os aspectos relativos à ética em pesquisa e não oferece nenhum tipo de risco médico ou desconforto aos participantes.

O objetivo deste estudo é investigar as atividades de produção textual, de diferentes gêneros, desenvolvidas por alunos participantes do projeto temático “Água em Foco: qualidade de vida e cidadania”.

Desta forma, convido-o(a) a participar dessa pesquisa cujos dados serão obtidos através dos textos produzidos e da gravação em áudio de aulas com atividades do projeto “Água em Foco”. Essas gravações têm como propósito registrar os contextos em que os textos que serão analisados foram produzidos.

Sua participação nesta pesquisa é voluntária e não implicará qualquer risco ou desconforto. Ela não trará qualquer benefício direto, mas pode contribuir para ampliar os referenciais teórico-metodológicos do ensino de química/ciências utilizados na organização de propostas inovadoras no ensino de química/ciências além de fornecer elementos para o planejamento de intervenções educativas mais significativas.

Asseguro-lhe o direito de retirar-se da pesquisa a qualquer momento que lhe seja conveniente e comprometo-me a zelar por todos os dados fornecidos, garantindo a fidedignidade dos registros.

Os resultados poderão ser publicados em jornais e revistas científicos ou apresentados em congressos profissionais, porém, em nenhum momento as identidades dos participantes serão reveladas, a menos que a justiça assim requisite.

É dado a você, participante, o direito de tirar dúvidas ou solicitar informações e esclarecimentos sobre o andamento da pesquisa em qualquer momento do processo.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, como indivíduo dessa pesquisa, afirmo que fui devidamente orientado (a) e esclarecido (a) sobre o objetivo e a finalidade da pesquisa, bem como a utilização dos dados nela obtidos. Esses dados poderão ser utilizados para a pesquisa e para publicações posteriores, desde que a confidencialidade seja garantida. Por isso, aceito participar das atividades da pesquisa intitulada **“Currículo CTS e letramento nas aulas de Química: gêneros textuais e linguagem científica”**.

Assinatura _____ Data: ____/____/____

Telefones: _____ Email: _____

ANEXO 2

CONVITE DE PARTICIPAÇÃO EM PESQUISA CIENTÍFICA

(Pai/responsável de aluno de 16 a 18 anos)

Eu, Clarissa Rodrigues, sou professora de Química do Ensino Médio e aluna do curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Minas Gerais e estou desenvolvendo o projeto de pesquisa intitulado **“Currículo CTS e letramento nas aulas de Química: gêneros textuais e linguagem científica”**. A pesquisa será desenvolvida dentro das normas e resoluções do Ministério da Saúde e da ANVISA por meio da Resolução 196/96 que trata de todos os aspectos relativos à ética em pesquisa e não oferece nenhum tipo de risco médico ou desconforto aos participantes.

O objetivo deste estudo é investigar as atividades de produção textual, de diferentes gêneros, desenvolvidas por alunos participantes do projeto temático “Água em Foco: qualidade de vida e cidadania”.

Desta forma, convido seu filho(a) a participar dessa pesquisa cujos dados serão obtidos através dos textos produzidos e da gravação em áudio de aulas com atividades do projeto “Água em Foco”. Essas gravações têm como propósito registrar os contextos em que os textos que serão analisados foram produzidos.

A participação nesta pesquisa é voluntária e não implicará qualquer risco ou desconforto. Ela não trará qualquer benefício direto, mas pode contribuir para ampliar os referenciais teórico-metodológicos do ensino de química/ciências utilizados na organização de propostas inovadoras no ensino de química/ciências além de fornecer elementos para o planejamento de intervenções educativas mais significativas.

Asseguro ao seu filho(a) o direito de retirar-se da pesquisa a qualquer momento que lhe seja conveniente e comprometo-me a zelar por todos os dados fornecidos, garantindo a fidedignidade dos registros.

Os resultados poderão ser publicados em jornais e revistas científicos ou apresentados em congressos profissionais, porém, em nenhum momento as identidades dos participantes serão reveladas, a menos que a justiça assim requisite.

É dado ao senhor(a) o direito de tirar dúvidas ou solicitar informações e esclarecimentos sobre o andamento da pesquisa em qualquer momento do processo.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, como pai/responsável de participante dessa pesquisa, afirmo que fui devidamente orientado (a) e esclarecido (a) sobre o objetivo e a finalidade da pesquisa, bem como a utilização dos dados nela obtidos. Esses dados poderão ser utilizados para a pesquisa e para publicações posteriores, desde que a confidencialidade seja garantida. Por isso, aceito que meu filho (a) participe das atividades da pesquisa intitulada “**Currículo CTS e letramento nas aulas de Química: gêneros textuais e linguagem científica**”.

Assinatura _____ Data: ____/____/____

Telefones: _____ Email: _____

ANEXO 3

TERMO DE CONCORDÂNCIA DA INSTITUIÇÃO:

Declaro para os devidos fins junto ao Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, que, em reunião com os pesquisadores Eduardo Fleury Mortimer e Clarissa Rodrigues, foi-me apresentado o projeto de pesquisa intitulada CURRÍCULO CTS E LETRAMENTO NAS AULAS DE QUÍMICA: GÊNEROS TEXTUAIS E LINGUAGEM CIENTÍFICA.

Os objetivos deste estudo são investigar como as práticas de produção textual de diferentes gêneros, nas aulas de química, contribuem na perspectiva do letramento científico. Nesse sentido delimitamos como objeto de estudo as atividades de produção textual, de diferentes gêneros, desenvolvidas por alunos participantes do projeto temático “Água em Foco: qualidade de vida e cidadania”.

A pesquisa será desenvolvida em duas turmas do segundo ano do ensino médio, na disciplina “Química”, onde serão explicados todos os procedimentos da pesquisa, esclarecidas eventuais dúvidas, obtidos os consentimentos dos participantes, bem como serão feitos o registro das aulas, os testes e as entrevistas.

Diretora da Escola



ANEXO 4

Qualidade de água, qualidade de vida FoCo – Cecimig – FaE - UFMG

PRÉ-TESTE

Nome _____ Turma _____

- 1) Imagine que você more em uma comunidade de pescadores próxima a um rio de onde todos (inclusive a sua família) pescam para garantir o seu sustento. Cerca de um mês atrás uma indústria de sabão em barra foi instalada. Esta indústria desvia parte da água do rio para resfriar o tanque no qual o sabão é produzido. Após ser utilizada esta água é lançada ao rio sem estar poluída ou contaminada, mas ela volta com uma temperatura 20°C acima da temperatura normal do rio. Você acha que esta água pode causar algum problema ambiental? Justifique a sua resposta.
- 2) Imagine que sua mãe comprou um terreno próximo a Belo Horizonte e construiu uma casa. Nesta região ainda não há abastecimento de água potável. Desta forma, ela resolveu construir um poço artesiano para suprir as necessidades de água da sua família. Em sua opinião, quais as medidas que devem ser adotadas antes do consumo por sua família da água deste poço?
- 3) Você e seus amigos foram acampar próximo a uma cachoeira. Antes de dar um mergulho vocês ficaram na dúvida se aquela água é própria para nadar. Quais critérios você utilizaria para avaliar a qualidade desta água?
- 4) Um amigo pescou um peixe na lagoa da Pampulha. Você comeria este peixe? Justifique sua resposta.
- 5) Sua família adquiriu um terreno num local onde não existe rede de esgoto. Antes de construir, vocês perguntaram aos vizinhos o que eles faziam com o esgoto de suas residências e eles afirmaram que jogam o esgoto no córrego que passa ao fundo dos terrenos. O que você faria com o esgoto gerado em sua residência? Justifique.
- 6) Na região sudeste do Brasil o volume diário de água distribuída por rede geral é em média de 360 litros pessoa/dia, enquanto no Nordeste é 170 litros pessoa/dia. Suponha que você

tivesse disponível a mesma quantidade de água da população nordestina. Em quais hábitos do seu cotidiano você reduziria seu consumo de água?



ANEXO 5

Cronograma

| Aula | Assunto |
|------|---|
| 1 | Apresentação do projeto e pré-teste |
| 2 | Qualidade de Água e qualidade de vida: discussão da resolução do CONAMA |
| 3 | Discutir e programar a investigação: dividir grupos por tarefa (obtenção de informações). Análise e tratamento de dados históricos. Preparar trabalho para todo período |
| 4 | Parâmetros físico-químicos da água: Oxigênio Dissolvido - Solubilidade |
| 5 | Fatores que influenciam solubilidade dos gases e importância do oxigênio dissolvido para os ambientes |
| 6 | Parâmetros físico-químicos da água: Oxigênio Dissolvido – Procedimento Experimental |
| 7 | Parâmetros físico-químicos da água: Oxigênio Dissolvido – Discussão dos resultados |
| 8 | Parâmetros físico-químicos da água: pH – Equilíbrio ácido base |
| 9 | Parâmetros físico-químicos da água: pH como medida de acidez e basicidade |
| 10 | Parâmetros físico-químicos da água: pH – Procedimento experimental |
| 11 | Parâmetros físico-químicos da água: pH – Influência do pH da água nos ambientes aquáticos |
| 12 | Exercícios |
| 13 | Parâmetros físico-químicos da água: Turbidez |

| | |
|----|--|
| 14 | Parâmetros físico-químicos da água: Turbidez – procedimento experimental |
| 15 | Parâmetros físico-químicos da água: metais pesados |
| 16 | Parâmetros físico-químicos da água: Condutividade elétrica |
| 17 | Parâmetros biológicos da água: coliformes |
| 18 | Apresentação dos trabalhos - grupos |
| 19 | Apresentação dos trabalhos - grupos |
| 20 | Procedimentos de amostragem e preparação da saída de campo |
| 21 | Saída ao campo para coleta e análise de dados |
| 22 | Apresentação dos relatórios da coleta |
| 23 | Debate com o poder público |
| 24 | Aplicação do pós-teste |
| 25 | Fechamento do projeto |