

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

Faculdade de Educação

Especialização em Educação em Ciências

Luiza Siqueira Nunes

**HORMÔNIOS NA ÁGUA: os estados possíveis de mundo fabricados por  
estudantes de um curso técnico em Química no debate sobre uma questão  
sociocientífica controversa (QSC)**

Belo Horizonte

2019

Luiza Siqueira Nunes

**HORMÔNIOS NA ÁGUA: os estados possíveis de mundo fabricados por  
estudantes de um curso técnico em Química no debate sobre uma questão  
sociocientífica controversa (QSC)**

**Versão final**

Monografia de especialização apresentada à Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Educação em Ciências.

Orientador: MSc. Victor Marcondes de Freitas Santos

Belo Horizonte

2019

N972h  
TCC

Nunes, Luiza Siqueira, 1989-

Hormônios na água [manuscrito]: os estados possíveis de mundo fabricados por estudantes de um curso técnico em Química no debate sobre uma questão sociocientífica controversa (QSC) / Luiza Siqueira Nunes - Belo Horizonte, 2019.

33 f., il

Trabalho de Conclusão de Curso -- (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

Orientador: Victor Marcondes de Freitas Santos

1. Ensino técnico. 2. Química - Estudo e ensino. 3. Hormônios. 4. Anticoncepcionais. 5. Água.

I. Santos, Victor Marcondes de Freitas. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação. III. Título.

CDD - 540.7

**Catlogação da Fonte** : Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivaney Duarte. CRB6 2409

(Atenção: É proibida a alteração no conteúdo, na forma e na diagramação gráfica da ficha catalográfica<sup>†</sup>.)

\* Ficha catalográfica elaborada com base nas informações fornecidas pelo autor, sem a presença do trabalho físico completo. A veracidade e correção das informações é de inteira responsabilidade do autor, conforme Art. 299, do Decreto Lei nº 2.848 de 07 de Dezembro de 1940 - "Omitir, em documento público ou particular, declaração que dele devia constar, ou nele inserir ou fazer inserir declaração falsa ou diversa da que devia ser escrita..."

† Conforme Art. 297, do Decreto Lei nº 2.848 de 07 de Dezembro de 1940: "Falsificar, no todo ou em parte, documento público, ou alterar documento público verdadeiro..."

**Dados de Identificação:**

ALUNO: LUIZA SIQUEIRA NUNES

TÍTULO DO TRABALHO: FORMÓTIPO NA ÁGUA: OS ESTADOS POSSÍVEIS DE MUNDO FABRICADOS POR ESTUDANTES DE UM CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA NO DEBATE SOBRE UMA

Banca Examinadora: QUESTÃO SOCIOCIENFÍCA CONTROVERSA (QSC)

Professor Orientador: Victor Marcondes De Freitas Santos

Professor Examinador: Alessandra Oliveira

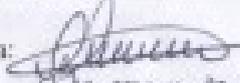
**Parecer:**

Aos 30 dias do mês de NOVEMBRO de 2019, reuniram-se na sala 240 do CECIMIG, o professor orientador e o examinador, acima descritos, para avaliação do trabalho final do(a) aluno(a) LUIZA SIQUEIRA NUNES. Após a apresentação, o(a) aluno(a) foi arguido e a banca fez considerações conforme formulário anexo:

Assim sendo, a banca considera o trabalho  aprovado  
 aprovado mediante modificações com entrega até 03/02/2020  
 reprovado. Agendamento de nova defesa até 27/02/2020

Belo Horizonte, 30 de NOVEMBRO de 2019

Assinatura da banca:

  
 Vítor Marcondes de Freitas Santos

NOTA: 95,7

Obs: no caso da banca indicar reformulações, o orientador deverá encaminhar ao colegiado, ao final do prazo estipulado, carta informando se as modificações foram feitas conforme recomendado pela banca examinadora. O colegiado, então, submeterá o parecer a aprovação.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pela vida e sabedoria.

Aos meus familiares e amigos, pela compreensão diante das minhas ausências.

Aos funcionários das instituições envolvidas, que receberam os alunos nas visitas técnicas.

A escola técnica, alunas, alunos e equipe de trabalho, pelo apoio na execução do júri simulado.

Ao orientador dessa intervenção didática, tutor MSc. Victor Marcondes de Freitas Santos da UFMG por toda atenção e incentivo.

## Resumo

Este trabalho é resultado de uma pesquisa realizada a partir da análise de dados coletados durante a aplicação de uma Sequência Didática (SD) fundamentada na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) para alunos de um curso técnico profissionalizante em Química. A última etapa da sequência didática consistiu na realização de um júri simulado sobre a Questão Sociocientífica Controversa (QSC): “presença dos hormônios anticoncepcionais nos corpos d’água”. O estudo teve como objetivo principal analisar os estados possíveis de mundo delineados pelos alunos durante a simulação; e caracterizar o surgimento de realidades colaterais. A Teoria Ator-Rede (TAR) foi a ferramenta teórica/metodológica utilizada para análise dos dados. Como resultado, constatou-se a presença de cinco estados de mundo possíveis conjecturados pelas equipes de estudantes representantes de cada um dos interlocutores envolvidos na matriz polêmica, e o surgimento de uma realidade colateral que emergiu da confluência das cinco possibilidades de mundo negociados durante o debate.

**Palavras-chave:** Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Questão Sociocientífica Controversa (QSC). Estados possíveis de mundo. Teoria Ator-Rede (TAR). Júri simulado.

## Abstract

This work is the result of a research carried out from the analysis of data collected during the application of a Didactic Sequence (DS) based on the Science, Technology, Society and Environment (STSE) approach for students of a professional technical course in Chemistry. The last stage of the didactic sequence consisted in a simulated jury on the Controversial Socioscientific Question (CSQ): “presence of contraceptive hormones in water bodies”. The main objective of the study was to analyze the possible states of the world outlined by the students during the simulation; and to characterize the emergence of collateral realities. The Actor-Network Theory (ANT) was the theoretical / methodological tool used for data analysis. As a result, it was verified the presence of five possible world states conjectured by the teams of student representatives of each of the interlocutors involved in the controversial matrix, and the emergence of a collateral reality that emerged from the confluence of the five world possibilities negotiated during the debate.

**Keywords:** Science, Technology, Society and Environment (STSE). Controversial Socioscientific Question (CSQ). Possible states of the world. Actor-Network Theory (ANT). Simulated jury.

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	8
2. Referenciais Teóricos.....	10
2.1. Eixo Teórico 1: O ensino de ciências da natureza na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e as questões sociocientíficas (QSC) .....	10
2.2. Eixo Teórico 2: A Teoria Ator-Rede (TAR).....	11
2.3. Eixo Teórico 3: Realidades múltiplas, realidades colaterais e estados possíveis de mundo.....	12
3. Metodologia.....	15
3.1 A aplicação da sequência didática “Debate sobre os hormônios originados dos anticoncepcionais e destinados aos corpos d’água” .....	15
3.2 A coleta, o tratamento e a análise dos dados .....	19
4. Resultados e Discussão .....	21
4. 1 Estado possível de mundo 1 – Realidade 1.....	21
4. 2 Estado possível de mundo 2 – Realidade 2.....	22
4. 3 Estado possível de mundo 3 - Realidade 3 .....	23
4. 4 Estado possível de mundo 4 – Realidade 4.....	24
4. 5 Estado possível de mundo 05 – Realidade 5.....	25
4. 6 Estado possível de mundo 6 – A realidade colateral .....	26
4. 7 Discussão dos resultados .....	27
5. Considerações Finais .....	30
REFERÊNCIAS .....	32

## 1. Introdução

A principal lei do país que faz referência a Educação, a Constituição Federal da República Federativa do Brasil de 1988, em seu artigo 205, diz:

“a educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando o pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (BRASIL, 1988, p. 137).

Historicamente, no que se refere ao ensino técnico, o foco tem sido no terceiro objetivo da Educação nacional, que é a qualificação do sujeito para progredir na carreira profissional a fim de garantir o seu ingresso no mercado de trabalho. Entretanto, antes disso, de acordo com a Constituição Federal, estaria a formação para a cidadania. No tocante a essa formação, Coutinho, Figueirêdo e Silva (2016) afirmam que a vida democrática não é uma questão de adestramento, mas de vivência e exercício. Para os autores, seria necessário estabelecer tempos e espaços que propiciassem o exercício da democracia, e um desses locais seria a escola.

O presente trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa que se sucedeu da aplicação de uma sequência didática (SD), fundamentada na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e em uma questão sociocientífica controversa (QSC), para alunos de um curso técnico profissionalizante em Química.

O objetivo central da sequência didática “Debate sobre os hormônios originados dos anticoncepcionais e destinados aos corpos d’água” foi incitar o exercício democrático da cidadania e a busca da qualificação acadêmica e profissional dos estudantes. Com relação aos objetivos específicos foram definidos cinco, a saber: 1) Estimular a cidadania dos alunos ao simular um local de vivência democrática (audiência pública<sup>1</sup>), na qual a gestão dialógica envolve diferentes interlocutores; 2) Despertar a consciência ambiental dos estudantes ao mobilizá-los a discutir uma questão controversa; 3) Qualificar os alunos para serem cidadãos e profissionais conscientes do seu papel na sociedade; 4) Engajar os estudantes a adquirirem conhecimentos sobre: poluentes emergentes na água, interferentes endócrinos; hormônios naturais e sintéticos; anticoncepcionais; métodos de tratamento e análise de água e esgoto; gerenciamento e fiscalização dos corpos

---

<sup>1</sup> As expressões “audiência pública simulada” e “juri simulado” são usadas como sinônimos no texto.

d'água; legislação ambiental quanto a qualidade da água; e, o processo de desenvolvimento de pesquisas científicas; 5) Delinear possíveis cenários futuros para o meio ambiente e para a sociedade a partir de diferentes visões de mundo.

A implementação da sequência didática justifica-se pois ainda são raras as experiências nas escolas, em que os alunos precisam tomar decisões conscientes sobre o futuro da sociedade (COUTINHO, FIGUEIRÊDO e SILVA, 2016).

A partir da realização de uma atividade da SD aplicada emergiu as seguintes questões de pesquisa: Quais foram os estados possíveis de mundo conjecturados na discussão do tema “presença dos hormônios anticoncepcionais nos corpos d'água” durante a realização da atividade “simulação de audiência pública”? Quais realidades colaterais emergiram da confluência dos mundos negociados?

A pesquisa teve a finalidade de identificar os actantes mobilizados pelas equipes de estudantes durante o júri simulado, e que representaram a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), agentes fiscalizadores da Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (ARSAE), laboratórios de análise de água do Centro de Inovação e Tecnologia (CIT) do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial /Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (SENAI-FIEMG), pesquisadores de uma Universidade Pública Federal, e a população da região metropolitana de Belo Horizonte (MG); relacionar os actantes identificados na transcrição do áudio (que registrou a argumentação dos grupos de alunos durante a audiência pública simulada); construir mapas ator-rede a partir das relações dos actantes; analisar os estados possíveis de mundo delineados pelos alunos; caracterizar a/as realidade/s colateral/is que emergiu/ram a partir da confluência dos estados possíveis de mundo esboçados pelas equipes.

A investigação é inspirada em dois trabalhos: teoricamente em Coutinho, Figueirêdo e Silva (2016)<sup>2</sup> e empiricamente em Andrade (2014)<sup>3</sup>. O presente trabalho teve a intenção principal o aperfeiçoamento da metodologia de análise dos mundos possíveis e realidades colaterais proposta por Coutinho, Figueirêdo e Silva (2016) e empregada por Andrade (2014).

---

<sup>2</sup> Coutinho, Figueirêdo e Silva (2016) delineiam uma proposta metodológica para o tratamento do conhecimento científico e a ação política democrática.

<sup>3</sup> Andrade (2014) analisou os mundos possíveis e as realidades colaterais forjadas por estudantes do 1º ano do Ensino Médio sobre a questão socioambiental: “Implementação de uma Mineradora em uma área rica em biodiversidade”.

## 2. Referenciais Teóricos

O trabalho, tanto na elaboração da sequência didática quanto na realização da pesquisa, foi fundamentado em três eixos teóricos detalhados a seguir.

### ***2.1. Eixo Teórico 1: O ensino de ciências da natureza na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e as questões sociocientíficas (QSC)***

Para que o aluno se forme e se torne capaz de exercer seus direitos civis, econômicos, sociais e ambientais de forma ampla, surgiu a abordagem de ensino CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). Partindo do pressuposto que o ser humano utiliza várias visões e experiências para tomar uma decisão, “a abordagem CTSA também abrange o papel de mesclar esses saberes de forma a permitir escolhas responsáveis” (ANDRADE, 2014, p. 14).

Desde a década de 1960, a abordagem CTSA foi inserida nos currículos de ensino de ciências no mundo inteiro, devido ao medo e a frustração decorrentes dos excessos tecnológicos do pós Segunda Guerra Mundial (SANTOS e MORTIMER, 2002). Os defensores do movimento de ensino CTSA afirmam que a ciência pode produzir riscos e incertezas que afetam a vida de todas as pessoas, e que a gestão desses perigos não cabe apenas aos especialistas e políticos, mas demanda um debate aberto com os diversos interlocutores envolvidos em um problema.

De acordo com Millar (2003), todo cidadão precisa compreender “ciências” para participar em discussão, debate ou decisão sobre temas relacionados à ciência e à tecnologia. Conquanto, Pérez (2001) assevera que se torna fundamental quebrar o mito que a ciência é neutra e constituída de verdades absolutas e incontestáveis. Nos livros didáticos muitas vezes ela é representada por uma visão deformada, sem destacar os desafios socioculturais, políticos e econômicos que a compõe, e que conseqüentemente, podem resultar em uma formação inadequada do aluno.

Em referência ao ensino por meio da perspectiva CTSA, Santos e Mortimer (2002) elencam três objetivos principais: aquisição de conhecimentos, utilização de habilidades e desenvolvimento de valores. Os conteúdos científicos e tecnológicos seriam ensinados concomitantemente ao estudo dos aspectos históricos, éticos,

políticos e socioeconômicos, o que exigiria dos alunos um juízo de valor na escolha das melhores soluções para os problemas da humanidade.

Muitas escolas ainda fracionam o conteúdo científico em disciplinas “Química”, “Física” e “Biologia”, e uma das possibilidades de integralizar os diferentes saberes no ensino de ciências e empregar a abordagem CTSA em sala de aula é debater questões sociocientíficas controversas (QSC).

Faria (2014) define as QSC como situações em que os atores<sup>4</sup> discordam, e afirma que isto se inicia quando esses percebem que não podem se ignorar mutuamente. Já Pérez e Carvalho (2012, p. 729) interpretam que as QSC “abrangem controvérsias sobre assuntos sociais que estão relacionados com conhecimentos científicos da atualidade e que, portanto, em termos gerais, são abordados nos meios de comunicação de massa”.

Pérez e Carvalho (2012), argumentam que as escolas devem permitir experiências que mobilizem os estudantes a discutirem sobre as QSC em uma abordagem CTSA. O objetivo seria desenvolver habilidades fundamentais para o pensamento crítico definido “como um processo reflexivo e racional por meio do qual os indivíduos decidem o que fazer” (PÉREZ e CARVALHO, 2012, p. 737).

A gravidade das controvérsias que afetam a sociedade exige uma cidadania bem informada e capacitada para decidir e atuar sobre essas questões (REIS, 2013). E conhecer vários horizontes é apenas a primeira etapa, o despertar da consciência cidadã, para que os sujeitos possam adotar mudanças significativas de postura diante dos problemas sociocientíficos.

## **2.2. Eixo Teórico 2: A Teoria Ator-Rede (TAR)**

Na década de 1980, Bruno Latour e Steve Woolgar deram início a elaboração da Teoria ator-rede (TAR), a qual posteriormente recebeu contribuições de Michel Callon, John Law e Annemarie Mol (VIEIRA, 2014).

Essa teoria surgiu da análise do que se convencionou chamar de “Modernidade”. Segundo Latour (1994), os modernos são aqueles que acreditam em categorias ontológicas<sup>5</sup> puras, e separam o mundo em vários segmentos. Porém,

---

<sup>4</sup> “Ator” na concepção da Teoria ator-rede.

<sup>5</sup> Ontologia é a área da filosofia que estuda a natureza dos seres, a existência e a realidade (MORA, 2001).

como percebeu Latour em sua obra “Jamais Fomos Modernos”, os fenômenos sociais não são desenvolvidos como pressupõe a “Modernidade”, mas, decorrem da presença de seres híbridos que são moldados por um conjunto de práticas que misturam os fatos sociais.

Para Latour, a fragmentação da realidade forjada pelos modernos é artificial, e que para melhor compreendê-la seria preciso reconhecer, dar espaço e valor às múltiplas vozes que compõem o coletivo<sup>6</sup>. Para isso, propõe uma análise que considera todas as entidades que compõe o mundo, incluindo humanos e não humanos, sem distinções entre eles (SANTOS, COUTINHO e SILVA, 2016). Latour (1994) apresenta o “Parlamento das coisas”, o qual seria uma assembleia pública democrática ou um fórum de debates, no qual todos teriam o mesmo direito de se pronunciar e serem ouvidos.

Em “Reagregando o Social: Uma Introdução à Teoria do Ator-Rede”, Latour sistematizou a TAR e explicou os seus dois principais conceitos: “ator” e “rede”. O “ator”, também chamado de actante<sup>7</sup>, é caracterizado como algo fluido, que age e que deixa rastro, modificando um “estado de coisas”. Conforme Figueiredo (2018), o ator possui uma definição performativa, já que é qualificado na e pela ação, e muitas vezes, é representado por um porta-voz<sup>8</sup>. Já a “rede” é um mapa interativo formado por diversos atores que estão ligados por meio de processos de translação. Ela não é algo estático uma vez que humanos e não-humanos estão em constante mudança. O primeiro passo para montar uma rede é identificar seus actantes, e em seguida, tentar compreender como se organizam.

A TAR pode ser uma ferramenta analítica interessante para o estudo da realidade, pois, segundo Latour, quem a define são os actantes em suas diferentes performances nas redes.

### ***2.3. Eixo Teórico 3: Realidades múltiplas, realidades colaterais e estados possíveis de mundo***

Se a performance dos actantes é responsável pela definição da realidade, é

---

<sup>6</sup> Ao invés de utilizar o termo sociedade, Latour (2012) propõe o termo “coletivo”, que abarca todas as entidades existentes no mundo.

<sup>7</sup> O termo “actante”, emprestado da semiótica, se aplica para todas as entidades que atuam, sejam humanas e/ou não-humanas (MATTEDI, 2009).

<sup>8</sup> O “porta-voz” é aquele que foi designado para falar em favor de quem ou do que não pode ou não sabe falar (LATOUR, 2012).

possível constatar que as realidades são múltiplas. Os atores adquirem existência ao atuarem em uma rede, e a rede existe porque os atores estão atuando. A codependência entre “ator” e “rede” criam diversas realidades a cada tentativa de estabilização da rede. Dessa forma, como observa Mol (2008, p. 3) citado por Silva e Coutinho (2016) “a realidade é feita, se é localizada histórica, cultural e materialmente, também é múltipla”.

Para analisar as realidades seria necessário delinear como os diferentes actantes se agrupam, associando e modificando uns aos outros. O foco analítico seria “apresentar como as entidades atuam, mais do que tentar defini-las” (FENWICK e EDWARDS, 2012 citado por SILVA e COUTINHO, 2016).

Contudo, ao estudar as realidades, outras inéditas e paralelas, chamadas de “realidades colaterais”, podem surgir nos resultados das pesquisas. Law (2012) citado por Silva e Coutinho (2016) as definem como realidades criadas ao acaso sem uma intenção prévia, e que seriam decorrentes de rearranjos e negociações entre os actantes nas redes.

Essa noção de realidade múltipla e realidade colateral é utilizada por Callon, Lascoumes e Barthe (2001) no desenvolvimento do conceito de “estados possíveis de mundo”. Conforme esses autores para que um cidadão realize alguma decisão, torna-se necessário “planejar um estado possível do mundo, ou, segundo uma noção da futurologia, delinear um cenário” (CALLON, LASCOUMES e BARTHE, 2001, p. 20).

A escolha de um mundo possível não envolve somente a escolha sobre quais entidades as pessoas querem conviver, mas, também o tipo de história que estão dispostas a compartilhar com elas (CALLON, LASCOUMES e BARTHE, 2001).

Vieira (2014) destaca que para o coletivo explorar um mundo possível é fundamental haver diálogo<sup>9</sup>, e em conjunto, tomar as decisões. O coletivo perde a razão de existir se apenas o interesse de alguns for considerado, portanto, as decisões devem ser revisadas constantemente e coletivamente, considerando que os mundos possíveis mudam. Callon, Lascoumes e Barthe (2001) citado por Santos *et al.* (2016), afirmam que o diálogo entre as entidades ocorre nos “fóruns híbridos”,

---

<sup>9</sup> Na “gestão dialógica” é promovido um espaço de discussão democrático com a participação de todos.

local onde são analisadas as incertezas<sup>10</sup>, avaliados os riscos<sup>11</sup>, e delineados os cenários possíveis de mundo.

Consoante com Coutinho, Figueirêdo e Silva (2016), essa “visão à frente do nosso tempo” precisa ser incentivada nos alunos, e a escola é um lugar privilegiado para o desenvolvimento de competências para a gestão da realidade.

---

<sup>10</sup> A palavra “incerteza refere-se à uma incapacidade de antecipar as consequências das decisões que são tomadas” (COUTINHO, FIGUEIRÊDO e SILVA, 2016, p. 384).

<sup>11</sup> Conforme Coutinho, Figueirêdo e Silva (2016, p. 384), “a palavra risco designa um perigo bem identificado associado a um evento ou série de eventos perfeitamente descritível”.

### 3. Metodologia

Essa parte do texto está dividida em duas. Na primeira, é relatada como ocorreu o desenvolvimento da sequência didática “Debate sobre os hormônios originados dos anticoncepcionais e destinados aos corpos d’água”; e na segunda, é apresentado como se deu a coleta dos dados, seu tratamento, e é exposto como esses foram analisados.

#### 3.1 A aplicação da sequência didática “Debate sobre os hormônios originados dos anticoncepcionais e destinados aos corpos d’água”

A SD foi aplicada no primeiro semestre (maio e junho) do ano de 2019 em uma instituição particular de ensino profissionalizante, situada na cidade de Belo Horizonte (MG), durante o desenvolvimento da unidade curricular “Fundamentos Físicos, Químicos e Biológicos” do primeiro módulo do curso técnico em Química. Participaram das atividades da SD trinta e dois alunos, com a faixa etária entre quinze a trinta e cinco anos de idade. Os discentes estudam no turno da tarde, alguns ainda cursam o Ensino Médio em outras instituições, e outros já concluíram a Educação Básica. A maioria do público é composta por adolescentes que buscam qualificação para o mercado de trabalho. O curso técnico de Química tem duração de um ano e meio, e é dividido em quatro módulos.

A SD foi planejada e conduzida por uma professora licenciada em Química que trabalha na instituição de ensino há seis anos. O resumo das atividades desenvolvidas na SD está descrito de forma resumida no Quadro 1.

Momento	A ula	Dura ção	Atividades
1) Introdução da questão sociocientífica ambiental sobre a presença de hormônios anticoncepcionais na água.	1	45 minutos	Exposição dialogada do problema em <i>slides</i> .
	2	45 minutos	Vídeos sobre “Formas de tratamento da água e esgoto”.
	3	45 minutos	Divisão da turma em equipes e ida à biblioteca para pesquisa.
	4	45 minutos	Elaboração de perguntas aos entrevistados.

	5	45 minutos	Análise das perguntas aos entrevistados.
2) Trabalho de campo.	–	–	Pesquisas, entrevistas e visitas técnicas.
3) Realização do Júri Simulado.	6, 7 e 8	135 minutos	Simulação de audiência pública com a apresentação das equipes e debate sobre o tema.
	9	45 minutos	Elaboração do “Plano de ação” pelos jurados.
	10	45 minutos	Apresentação da sentença na forma de “Plano de ação”.

Quadro 1 – Síntese das atividades desenvolvidas na sequência didática “Debate sobre os Hormônios originados dos anticoncepcionais e destinados aos corpos d’água”

O primeiro momento da sequência didática teve a duração de cinco aulas de quarenta e cinco minutos cada.

Na aula 1 foi apresentado aos alunos o seguinte problema: “Qual deve ser o limite máximo de hormônios anticoncepcionais nos corpos d’água destinados para abastecimento humano no Estado de Minas Gerais?”. A finalidade da aula inicial foi realizar uma avaliação diagnóstica para saber as concepções prévias dos estudantes sobre o assunto. Durante a exposição dialógica dos *slides* foi detalhada a literatura mais recente sobre os temas, o que incluiu a discussão sobre: os poluentes emergentes presentes na água, a quantidade encontrada no ambiente de cada um deles; os seus malefícios para os seres vivos; a eficiência e custo dos métodos atuais de tratamento da água; e, apresentação das legislações vigentes sobre o tema “qualidade da água”.

Na aula 2, estava planejado a exibição de quatro vídeos sobre as formas de tratamento da água potável e esgoto doméstico, no entanto, o debate sobre os *slides* apresentados na primeira aula se prolongou, o que impossibilitou de mostrar o material para os alunos. Os *links* dos vídeos foram enviados para o *e-mail* da turma ao final da aula para que os estudantes pudessem assistir em casa.

Na aula 3 a turma foi dividida em seis equipes de alunos, e foi sorteado os interlocutores que cada uma iria representar no júri simulado: 1. Empresa de saneamento de água (COPASA); 2. Órgãos fiscalizadores da ARSAE; 03. Laboratório de análise de água e efluentes do CIT/SENAI/FIEMG; 4. Pesquisadores da Universidade Pública; 5. População da região metropolitana de Belo Horizonte; 6. Jurados. Ainda na aula 3, as equipes foram à biblioteca da escola para pesquisar na

*Internet* sobre o interlocutor que iria interpretar. Para auxiliar na tarefa, os estudantes receberam um documento que continha as posições esperadas no júri simulado para cada um dos interlocutores e três perguntas iniciais para serem usadas nas entrevistas que seriam realizadas no momento 2 da SD.

Na aula 4, com o auxílio da professora, cada equipe de alunos elaborou sete questões para serem utilizadas na etapa de trabalho de campo.

Na aula 5, a professora analisou conjuntamente com os alunos as perguntas elaboradas e sugeriu melhorias. Em seguida, os estudantes receberam os contatos de cada interlocutor, para que pudessem planejar entrevistas e/ou visitas ao local de trabalho deles. Durante um mês, intervalo entre o momento 1 e o momento 3, os alunos realizaram pesquisas, entrevistas e visitas técnicas.

Os representantes da empresa de saneamento (Equipe 1) entrevistaram os funcionários da Estação de Tratamento de Água da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (ETA COPASA) e conheceram pessoalmente o tratamento convencional de água e as análises de eficiência dos processos envolvidos. A equipe que representou os “órgãos fiscalizadores” (Equipe 2), realizou via correio eletrônico uma entrevista com um fiscal da Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (ARSAE). Os representantes dos “laboratórios de análises de água e efluentes” (Equipe 3) foram no Centro de Inovação e Tecnologia (CIT) do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) da Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG) para conhecer a infraestrutura para as análises laboratoriais da água, e também entrevistaram uma especialista técnica que trabalha no local. Os representantes dos “pesquisadores universitários” (Equipe 4) realizaram uma entrevista com um professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Os representantes da “população” (Equipe 5) enviaram um questionário *online* pelas redes sociais para conhecidos, amigos e familiares dos alunos, e pessoalmente dialogaram com diferentes trabalhadores de farmácias da região metropolitana de Belo Horizonte. Já a equipe de “jurados” (Equipe 6) realizou entrevistas, via *e-mail*, com advogados experientes em questões ambientais.

No terceiro momento da sequência didática, aulas 6, 7 e 8, ocorreu o júri simulado organizado por um *script*, no qual estavam os dizeres da juíza e a ordem de apresentação das equipes. Nesta atividade a professora representou a juíza e o

escrivão foi interpretado por um técnico de laboratório da instituição de ensino. Ao longo de três aulas, cada equipe teve de dez a quinze minutos para apresentar o seu ponto de vista acerca da questão “presença de hormônios anticoncepcionais na água”. Após a apresentação de cada grupo, cinco minutos foram utilizados para responder às questões elaboradas previamente pelos jurados e a questionamentos que surgiram após a exposição dos argumentos. Todos os grupos, exceto a equipe 6, utilizou como apoio na exposição uma apresentação em *Power Point*.

Na aula 9, os jurados se reuniram com a juíza para escrever o veredito, que foi redigido em uma planilha eletrônica<sup>12</sup> em *Excel* na forma de um “Plano de ação” (FIGURA 1). Com o auxílio da docente, os alunos da equipe 6 preencheram as ações que julgaram executáveis para que cada interlocutor minimizasse possíveis impactos ambientais oriundos da presença de hormônios nos corpos d’água em Minas Gerais.

Símbolo da Instituição de Ensino		Plano de Ação JURI SIMULADO						
<b>Problemática --&gt;</b>		“qual deve ser o limite máximo de hormônios (anticoncepcionais) nos corpos d’água destinados para abastecimento humano do estado de Minas Gerais?”					Custo TOTAL:	
Data de elaboração:		nomes???		nomes???				
Elaboradores:		nomes???		nomes???				
???		nomes???		nomes???				
ÍTEM	O QUÊ	PORQUE	COMO	ONDE	QUEM	QUANDO	QUANTO	
1								

Figura 1: “Plano de ação” 5W2H em uma planilha eletrônica.

Na aula 10, a professora fez a leitura das ações descritas no veredito final apresentado em forma de “Plano de ação”, e dialogou com os alunos sobre as contribuições da sequência didática para a aprendizagem de todos.

Os estudantes foram avaliados ao longo da aplicação da SD, segundo os seguintes critérios: interesse e engajamento. Durante o júri simulado, a docente avaliou a argumentação dos discentes, conforme o conhecimento técnico-científico e os valores de cidadania (solidariedade, fraternidade, compromisso social, reciprocidade, respeito ao próximo e generosidade).

<sup>12</sup> A planilha 5W2H (siglas em inglês) é uma ferramenta que auxilia o planejamento de ações. Ela é separada em colunas nas quais cada uma constitui uma pergunta: O quê? Por quê? Como? Onde? Quem? Quando? e Quanto? (MAICZUK e ANDRADE JR, 2013).

### **3.2 A coleta, o tratamento e a análise dos dados**

Os dados analisados nessa pesquisa foram coletados durante a realização do júri simulado por meio da gravação de áudio das falas dos participantes por dois *smartphones*. Todos os alunos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que explicava questões sobre a pesquisa e os procedimentos de coleta, análise e arquivamento dos dados. Os estudantes participaram da pesquisa de modo voluntário, e foram informados que os dados coletados são confidenciais e que seriam utilizados unicamente para fins de pesquisa.

No que se refere ao tratamento dos dados foi realizada a transcrição minuciosa do áudio da audiência simulada.

Já a análise dos dados envolveu quatro etapas: identificação dos principais actantes mobilizados pelos estudantes em suas falas – os nós da rede; engendramento das conexões entre os actantes – arestas das redes; construção dos mapas ator-rede; e análise dos estados possíveis de mundo e realidades colaterais a partir das redes elaboradas.

Orientados pela TAR, os actantes mobilizados pelos alunos foram identificados em seus argumentos, a partir da transcrição do áudio e também por meio da análise da planilha eletrônica elaborada pelos jurados. Ao longo do júri simulado, muitos actantes foram mobilizados, entretanto, apenas os principais foram selecionados e compõe a análise. Essa postura foi adotada para simplificar as redes, uma vez que Latour assevera que estas são infinitas. Em outra leitura da transcrição do áudio, os principais actantes foram relacionados para compor as arestas dos mapas ator-rede. As redes foram elaboradas pelos pesquisadores por meio da inferência dos processos de mediação/translação que os actantes poderiam forjar.

Foi usado o programa de computador *Gephi*<sup>13</sup> para desenhar os mapas ator-rede. Os dados foram inseridos em uma planilha eletrônica, na qual os actantes (nós) foram fixados, e as translações (arestas) foram traçadas uma a uma<sup>14</sup>. Nos mapas apresentados nesse trabalho, os nós com círculos maiores representam maior entrada de informações, e os círculos mais escuros representam maior saída

---

<sup>13</sup> *Gephi* é um *software* escrito em *Java*, que contém uma plataforma interativa para a elaboração, visualização e exploração de todos os tipos de redes.

<sup>14</sup> Foram definidas entrada e saída das informações, por exemplo, a COPASA (origem) envia informações sobre a qualidade da água para população (destino) por meio de relatórios.

de informações.

A partir dos mapas ator-rede construídos foi analisado os estados possíveis de mundo delineados durante a simulação do júri, e caracterizada a realidade colateral que emergiu do veredicto dos jurados.

#### 4. Resultados e Discussão

Os resultados estão apresentados na seguinte ordem: Estado possível de mundo 1 (Empresa de saneamento – COPASA); Estado possível de mundo 2 (Agentes fiscalizadores de órgão do governo – ARSAE); Estado possível de mundo 3 (Laboratório de análise de água); Estado possível de mundo 4 (Pesquisadores da Universidade); e Estado possível de mundo 5 (População local). Em seguida, é caracterizado a realidade 6, a realidade colateral, que emergiu da confluência dos estados possíveis de mundo 1, 2, 3, 4 e 5. No tópico 3.7 dessa seção são discutidos os resultados encontrados.

##### 4.1 Estado possível de mundo 1 – Realidade 1

Os principais actantes mobilizados pela equipe 01 (FIGURA 2) que mais receberam informações foram: Legislação vigente, Hormônios, Políticas públicas, COPASA, Doenças de vinculação hídrica. Os principais actantes que mais enviaram informações foram: Funcionários do controle de qualidade, Falta de legislação ambiental, Pesquisa inicial, Especialistas, Análise de qualidade da água e Cromatografia gasosa. Os demais actantes que receberam e enviaram informações foram: Relatório disponível a população, Universidades, Falta de tecnologias na Estação de Tratamento de Água (ETA) e Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), Falta de um limite aceitável de hormônios, Princípio da precaução.

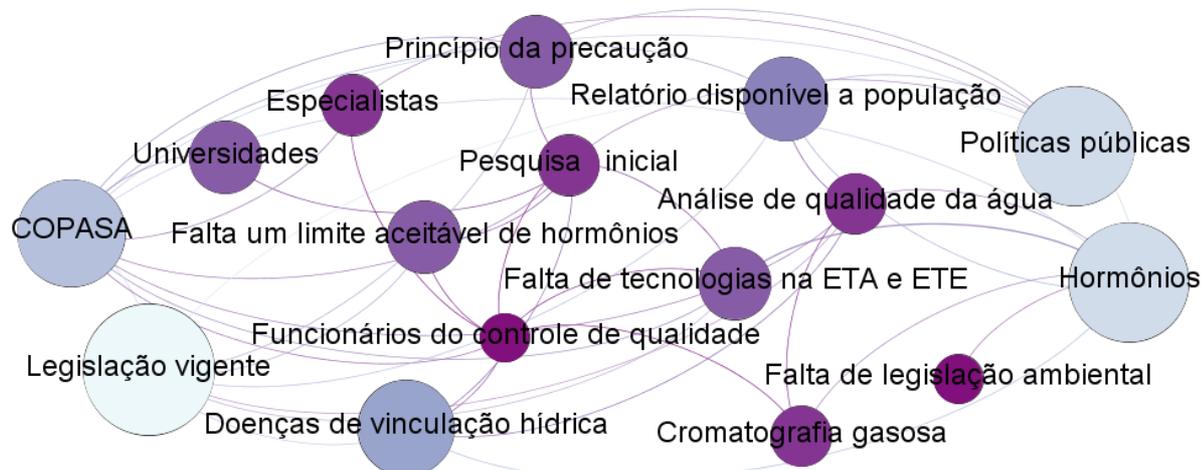


Figura 2: Mapa ator-rede do mundo possível 1.

No estado possível de mundo para a empresa de saneamento, enquanto não houver descrito na lei o limite máximo de hormônio nos corpos d'água, a COPASA não iria mudar o tratamento da água e esgoto ou o relatório de qualidade disponibilizado para a população. Nesse cenário seria necessário a criação de políticas públicas para a elaboração de novas legislações que estabelecessem um limite seguro de presença de hormônios anticoncepcionais nos corpos d'água. Com o intuito de determinar uma melhor solução para a questão, a COPASA realizaria uma parceria com as Universidades para avançar nas pesquisas a respeito de tecnologias eficientes para remoção total de hormônios da água e do esgoto.

#### 4. 2 Estado possível de mundo 2 – Realidade 2

Os principais actantes mobilizados pela equipe 2 (FIGURA 3) que mais receberam informações foram: Penalidades conforme a lei, Hormônios na água, Poder legislativo, População com direito social, Contaminação da água. Os principais actantes que mais enviaram informações foram: Boletim analítico, Órgãos fiscalizadores, Artigos científicos. Os demais actantes que receberam e enviaram informações são: Experiência dos outros países, Falta de legislação específica, Efluentes industriais, Novas técnicas de despoluir, Efeitos adversos à saúde.

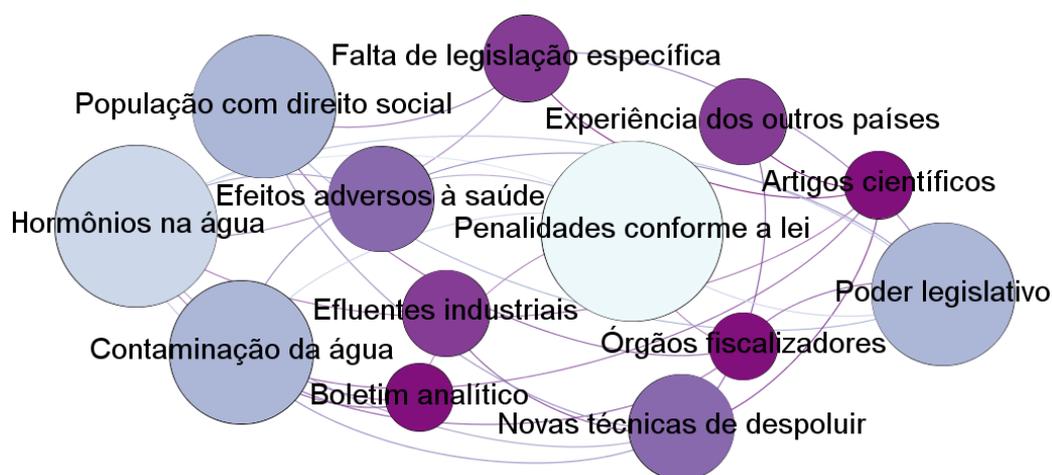


Figura 3: Mapa ator-rede do mundo possível 2.

O estado possível de mundo para o órgão fiscalizador também se baseia principalmente no poder legislativo, mas, com uma ênfase maior nas penalidades para os infratores da lei, como exemplo, a advertência escrita, multa, embargo ou até a interdição do local de trabalho do infrator. Os sujeitos que fiscalizam a

qualidade da água potável, não elaboram as leis, eles apenas garantem o cumprimento delas. Os artigos científicos poderiam colaborar na elaboração de uma legislação específica sobre hormônios anticoncepcionais nos corpos d'água. Sobre a função de fiscalizar, conforme dito pelos alunos, “é bom distribuir essa responsabilidade com outros órgãos, porque assim a gente vai garantir que não haja fraude [...]”, com o registro da fiscalização das amostras em um boletim analítico. Assim, em um cenário possível de futuro, a população manteria o direito de consumir água sem contaminações, o que evitaria os efeitos adversos à saúde.

#### 4.3 Estado possível de mundo 3 - Realidade 3

Os principais actantes mobilizados pela equipe 3 (FIGURA 4) que mais receberam informações foram: Hormônios na água, Anomalia no sistema reprodutivo, Análises laboratoriais, Métodos de remoção. Os principais actantes que mais enviaram informações foram: Pesquisas científicas, Relatórios das análises, Alimento (peixe) contaminado. Os demais actantes que receberam e enviaram informações foram: Cromatografia, Baixa demanda de análise, Técnicas caras de análise e remoção, Legislações vigentes, Política da prevenção, Indústrias de fármacos.

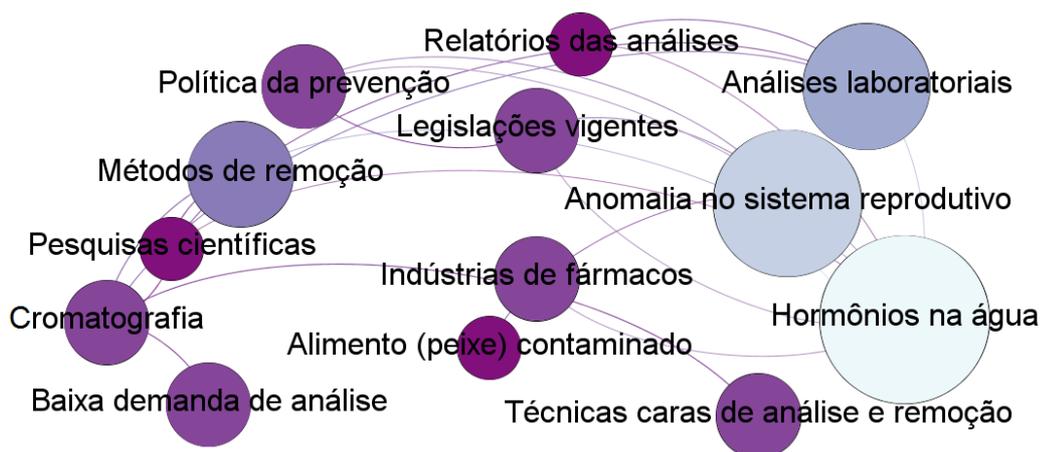


Figura 4: Mapa ator-rede do mundo possível 3.

O estado possível de mundo para o laboratório de análise teve como preocupação principal as prováveis anomalias no sistema reprodutivo do ser humano devido ao consumo de água potável contaminada com hormônios, como por exemplo, os prejuízos à fertilidade dos homens (enfraquecimento da qualidade

do sêmen) e das mulheres (irregularidade no ciclo menstrual). No futuro, as mesmas anomalias poderiam acometer o ser humano com o consumo de alimentos contaminados por hormônios, como por exemplo, o consumo de peixes desenvolvidos em água contaminada. Os alunos destacaram que as indústrias de fármacos também deveriam ser rigidamente fiscalizadas para evitar a contaminação dos corpos d'água por anticoncepcionais. Quando houvesse uma legislação sobre "hormônios anticoncepcionais na água", a demanda de análises laboratoriais que acontecem pelo método da cromatografia, aumentaria.

#### **4. 4 Estado possível de mundo 4 – Realidade 4**

Os principais actantes mobilizados pela equipe 4 (FIGURA 5) que mais receberam informações foram: Financeiro das pesquisas, Divulgação da ciência, Educação ambiental, Anomalias ao sistema reprodutivo, Métodos de tratamento da água. Os principais actantes que mais enviam informações foram: Universidades, Saneamento básico no Brasil, Mercúrio no mar do Japão. Os demais actantes que receberam e enviaram informações foram: Pesquisa científica, Anticoncepcional, Hormônio em baixa concentração, Exemplos de outros países, Parceria estratégica.



Figura 5: Mapa ator-rede do mundo possível 4.

O estado possível de mundo para os pesquisadores da Universidade dependeria principalmente do financiamento das pesquisas científicas e da divulgação da ciência para toda a população. Ao consumir água contaminada por hormônios anticoncepcionais, mesmo em baixa concentração, a sociedade precisaria ser esclarecida sobre as prováveis anomalias que poderiam surgir no

sistema reprodutivo do ser humano. As Universidades realizariam diversas pesquisas científicas e registrariam muitas informações sobre os métodos de tratamento da água. Nesse cenário possível, a Universidade precisaria estar mais ativa na educação ambiental da população e também encontrar mais parcerias estratégicas, por exemplo, com os governos. Mesmo com a realização de um convênio entre a empresa de saneamento e a Universidade, nem todos os pesquisadores iriam dispor dessa parceria para angariar recursos financeiros para a realização de pesquisas sobre a questão dos hormônios na água.

#### 4.5 Estado possível de mundo 05 – Realidade 5

Os principais actantes mobilizados pela equipe 5 (FIGURA 6) que mais receberam informações foram: Mulheres como principais consumidoras, Métodos contraceptivos. Os principais actantes que mais enviam informações foram: Pesquisas científicas, Tratamento da água, Resultados dos questionários à população, Falta conscientização da população, População. Os demais actantes que receberam e enviaram informações foram: Regulação hormonal, Medicamentos comercializados, Educação ambiental, Efeitos adversos dos hormônios, Profissionais das farmácias.



Figura 6: Mapa ator-rede do mundo possível 5.

O estado possível de mundo para a população envolve uma escolha mais consciente sobre os métodos contraceptivos utilizados pelas mulheres, que são as principais consumidoras de hormônios anticoncepcionais. Adiante, a população precisaria ser conscientizada dos diversos métodos contraceptivos, e também dos

efeitos adversos dos hormônios para o corpo humano. Além disso, uma melhor educação ambiental para a sociedade seria fundamental, para que todos compreendessem os efeitos adversos dos hormônios anticoncepcionais nos corpos d'água.

#### 4. 6 Estado possível de mundo 6 – A realidade colateral

A partir do delineamento dos cinco cenários possíveis de mundo discutidos na simulação de audiência pública surgiu uma nova realidade, uma “realidade colateral”, caracterizada no veredicto elaborado pelos jurados (FIGURA 7). Os alunos que representaram os jurados, assistiram todas as apresentações e debateram com todas as equipes, para elaborarem o veredicto no formato de um “Plano de ação”. O “Plano de ação” contém soluções para minimizar a presença dos hormônios anticoncepcionais nos corpos d'água.

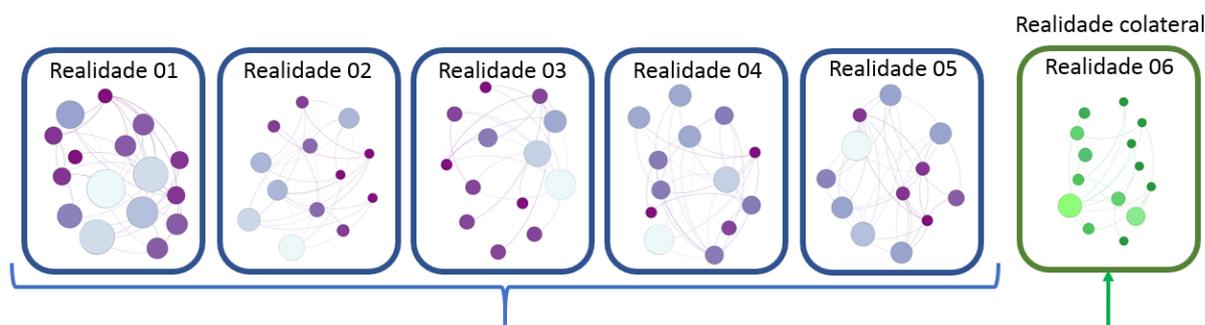


Figura 7: Confluência entre os mundos possíveis 1 a 5, e que geraram a realidade colateral (Realidade 6).

Os principais actantes mobilizados pela equipe 6 (FIGURA 8) que mais receberam informações foram: Formação de parcerias, Investimento em novas tecnologias, Hormônio (problema reconhecido). Os principais actantes que mais enviaam informações foram: Órgãos Fiscalizadores, Comissão local de Saúde, Associações dos bairros, Pesquisadores Universitários, Corpo diretor da COPASA, Representantes dos Laboratórios. Os demais actantes que receberam e enviaram informações foram: Demandas futuras para laboratórios, Formação de novas Leis, Comunicação Interna (governo), Investimento privado p/as pesquisas, Postos de Saúde.

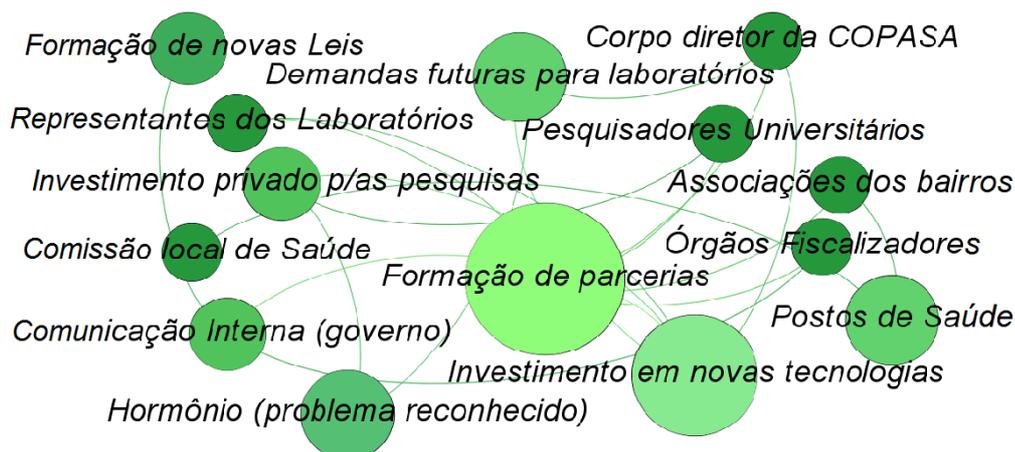


Figura 8: Mapa ator-rede do veredicto (Realidade 6).

Na realidade 6, originada do veredicto final do júri simulado, a principal solução para minimizar a presença dos hormônios anticoncepcionais nos corpos d'água seria a formação de parcerias entre os diversos interlocutores da matriz polêmica. As parcerias entre o corpo diretor da COPASA, os pesquisadores universitários e os representantes dos laboratórios poderiam propiciar o investimento em novas tecnologias para a remoção dos hormônios na água. Os professores universitários deveriam “buscar fontes de investimento privado (incluindo internacionais) para fomentar as pesquisas”<sup>15</sup>. A formação de novas leis dependeria de mais pesquisas científicas e da comunicação interna, a qual envolveria os órgãos fiscalizadores e a comissão local de saúde que representam a população. Quando o hormônio nos corpos d'água se tornassem um problema reconhecido por todos os interlocutores, haveria uma maior demanda de trabalho para os laboratórios de análise de água e efluentes líquidos.

#### 4.7 Discussão dos resultados

Baseado na realização da atividade júri simulado foi possível observar que a argumentação dos alunos foi enriquecida com a realização das visitas técnicas e realização de entrevistas com especialistas de cada setor, o que permitiu maior verossimilhança a atividade. Os estudantes apresentaram com segurança diversos argumentos científicos e tecnológicos, e utilizaram um discurso de autoridade para defender o interlocutor que estava representando.

<sup>15</sup> Trecho retirado do “Plano de ação” elaborado pelo júri.

Com relação às perguntas dos jurados durante o júri simulado, elas despertaram a competitividade de todos os alunos, que se engajaram para responder da melhor forma possível. Isto corrobora com o que afirmam Leão *et al.* (2018), que consideram que no período de perguntas e respostas de um júri, os estudantes podem mostrar toda sua capacidade criativa para formular questionamentos que coloquem em descrédito os argumentos dos opositores. A rivalidade entre os interlocutores deixou as argumentações mais inflamadas, porém, devido ao formalismo do *script* do júri simulado e ao uso de microfone para gravação da atividade, todos os alunos se respeitaram entre si, esperando a vez de cada um falar. É possível inferir que isso possibilitou uma contra argumentação reflexiva e profunda por parte dos estudantes.

É possível inferir que os discentes perceberam durante as discussões, como é difícil definir as responsabilidades para cada ator na matriz polêmica sobre a “presença dos hormônios anticoncepcionais nos corpos d’água”. Além disso, os alunos puderam notar que as mudanças que acontecem ao longo do tempo e espaço são bastantes rápidas, uma vez que os actantes estão sempre em movimento, reconfigurando suas agências a todo o momento.

Ao longo do debate, diversos actantes foram mobilizados o que gerou variados cenários de mundo. As realidades negociadas durante o júri simulado originaram cinco diferentes estados possíveis de mundo, e no final, os jurados reorganizaram os actantes no veredicto, o que deu origem a uma realidade colateral representada por um inédito estado possível de mundo.

Para a resolução do problema em questão ficou claro para os alunos que os riscos não foram ainda descritos concretamente, e que ainda existem muitas incertezas a respeito do tema. Os malefícios para o corpo humano sobre a presença dos hormônios na água de abastecimento, por exemplo, ainda são incertos, e os riscos apenas poderão ser determinados por pesquisas, as quais integrariam diferentes setores. Os técnicos em Química podem ser profissionais úteis nessas pesquisas, principalmente, se já tiverem conhecimentos a respeito do assunto.

No que se refere ao desenvolvimento do “Plano de ação” percebe-se que a dependência entre os atores é evidente, porque muitas ações para serem realizadas precisam de outras ações primárias que devem ser realizadas por outros atores. Como exemplo, para realizar fiscalizações sobre o tratamento dos efluentes,

primeiro é necessário criar leis específicas, e para criar essas leis são necessárias mais pesquisas científicas.

Por fim, depreende-se que a consciência ambiental dos futuros profissionais técnicos em Química é de extrema importância para minimizar os impactos ambientais, porque esses serão mão de obra efetiva nas mudanças das práticas antrópicas.

## 5. Considerações Finais

Por meio da aplicação da sequência didática “Debate sobre os hormônios originados dos anticoncepcionais e destinados aos corpos d'água”, fundamentada na abordagem CTSA e por meio de uma QSC, pode-se inferir que os cinco objetivos definidos previamente para serem trabalhados com os alunos foram contemplados. A SD foi pensada para atingir os objetivos de ensino CTSA, e contemplou atividades, como exposição dialogada, vídeos, pesquisas, entrevistas e visitas técnicas relacionadas à QSC, e teve como o ápice a atividade “juri simulado”.

Todas as atividades foram pensadas para garantirem o estímulo à cidadania dos alunos por meio de experiências de vivência democrática e também sua qualificação como profissionais mais conscientes na tomada de decisões sobre QSC. Houve a preocupação para que os conhecimentos científicos fossem apreendidos juntos com habilidades e valores, para que não fossem meramente um acúmulo de saberes não aplicados.

Ao longo das atividades da SD os alunos conheceram novas possibilidades de contribuir para a sociedade, em práticas que minimizam os impactos ambientais das atividades humanas; e tiveram a oportunidade de se aproximar do mercado de trabalho, uma vez que, conheceram profissionais que trabalham no setor ambiental.

No que se refere à pesquisa, os objetivos principais foram identificar os atores mobilizados pelas equipes de alunos durante a simulação de audiência pública sobre a questão controversa ambiental “presença dos hormônios anticoncepcionais nos corpos d'água”; e também mapear os “estados possíveis de mundo” e “realidades colaterais” que emergiram a partir das discussões.

Constatou-se a apresentação de cinco estados de mundo possíveis pelas equipes 1, 2, 3, 4 e 5. A equipe 1, que representou a empresa de saneamento, apresentou que as mudanças no tratamento da água e esgoto podem acontecer quando houver uma lei específica sobre os hormônios anticoncepcionais na água. A equipe 2, que representou o órgão fiscalizador, planejou para um cenário futuro em que ocorram penalidades para as empresas que infringirem a lei sobre hormônios anticoncepcionais na água. A equipe 3, que representou o laboratório de análise, enfatizou o fato de que possam surgir anomalias no sistema reprodutivo do ser

humano devido ao consumo de água potável contaminada com hormônios. A equipe 4, que representou os pesquisadores da Universidade, apresentou uma realidade na qual é preciso financiamento de pesquisas científicas sobre o tema e também de divulgação da ciência para toda a população. A equipe 5, que representou a população, apresentou uma realidade em que as mulheres tomessem escolhas mais conscientes sobre os métodos contraceptivos escolhidos, uma vez que são as principais consumidoras de hormônios. A equipe 6 que representou os jurados, se reuniu para elaborar uma nova realidade que surgiu da confluência das cinco possibilidades de mundo. Na realidade colateral ocorreria a formação de parcerias entre os diversos interlocutores da matriz polêmica, como solução principal para minimizar a presença dos hormônios anticoncepcionais nos corpos d'água. Apenas por meio do diálogo entre todos os envolvidos e divisão de tarefas entre cada um deles a QSC poderia ser solucionada.

Neste trabalho buscou-se aperfeiçoar o que Andrade (2014) produziu em seu trabalho, aprimorando o referencial teórico, a ferramenta metodológica utilizada e os diagramas desenhados. Objetivou-se também solucionar equívocos da autora como, por exemplo, denominação das realidades apresentadas pelas equipes de alunos como sendo “realidades colaterais”; e a identificação da realidade colateral como sendo um único mundo possível.

Quanto às limitações deste trabalho, considera-se que os mapas ator-rede poderiam ser aprimorados utilizando-se para isso ferramentas estatísticas do *Gephi*, o que permitiria avaliar com maior precisão os nós e as arestas mais relevantes na composição das redes. Seria interessante também definir o percentual de confiança dos resultados, quantificando se os mapas ator-rede representam de fato o discurso dos participantes da audiência pública simulada. Pressupõe-se que seja necessário a realização de novos estudos para testar essas presunções.

### **Agradecimentos e apoios**

Aos funcionários das instituições envolvidas, que receberam os alunos nas visitas técnicas. A escola técnica pelo apoio na execução do júri simulado. E ao orientador dessa intervenção didática, tutor MSc. Victor Marcondes de Freitas Santos da UFMG por toda atenção e incentivo.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Ellen Carolina de Deus. Uma Análise das Realidades Colaterais Performadas em uma Aula de Biologia com Abordagem CTSA. 2014. 32 p. **Monografia (Especialização em Ensino de Ciências por Investigação)** - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p. Disponível em <[https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/CON1988\\_05.10.1988/art\\_205\\_.asp](https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/CON1988_05.10.1988/art_205_.asp)> Acesso em 23/06/2018
- CALLON, M.; LASCOUMES, P.; BARTHE, Y. **Acting in an uncertain world: An essay on technical democracy**. Paris: Seuil, 2001.
- COUTINHO, F.Â.; FIGUEIRÊDO, K.L.; SILVA, F.A.R. Proposta de uma configuração para o ensino de Ciências comprometido com a ação política democrática. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 9, n. 1, p. 380-406, jan./abr, 2016.
- FARIA, Elisa Sampaio de. Cartografia de controvérsias: conexões entre a educação científica formal e a tentativa de instalação do Projeto Apolo na Serra do Gandarela. 2014. 191 p. **Dissertação (Mestrado em Educação)** – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.
- FIGUEIRÊDO, Kristianne Lina. Formação de cidadãos e a educação em ciências com enfoque CTS. Uma releitura à luz da teoria ator rede. 2018. 201 p. **Tese (Doutorado em Educação)** - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.
- LEÃO, Marcelo Franco; DUTRA, Mara Maria; ALVES, Ana Cláudia Tassinaffo. **Estratégias didáticas voltadas para o ensino de ciências: Experiências pedagógicas na formação inicial de professores**. 1ª ed. Uberlândia–MG: Edibrás, 2018. 163p.
- LATOUR, Bruno. **Jamais Fomos Modernos** (C. I. Costa, Trad). Rio de Janeiro, RJ: Ed.34.1994.
- LATOUR, Bruno. **Reagregando o Social – Uma Introdução a Teoria do Ator-Rede**. Bauru, SP: EDUSC/ Salvador, BA: EDUFBA. 2012.
- MAICZUK, J.; ANDRADE JÚNIOR, P. P. Aplicação de Ferramentas de Melhoria de Qualidade e Produtividade nos Processos Produtivos: Um Estudo de Caso. **Qualit@s Revista Eletrônica**, ISSN 1677 4280, Vol.14, N° 1 (2013).
- MATTEDI, Marcos Antônio et al. A coperformação das ciências e da sociedade: Entrevista com Michel Callon. **Política & Sociedade**, v. 8, n. 14, p. 383-408, 2009.
- MILLAR, Robin. Um Currículo de Ciências Voltado para a Compreensão por Todos. **Revista Ensaio**, vol 5, nº 2, out, 2003.

MORA, J. F. **Dicionário de filosofia**. 4. (Q-Z). Edições Loyola, 2001.

PÉREZ, Daniel Gil. Distorções Conceituais dos Atributos do Som Para Uma Imagem Não Deformada do Trabalho Científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001.

PÉREZ, L. F. M.; CARVALHO, W. L. P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 38, n. 03, p. 727-741, jul./set. 2012.

REIS, Pedro. Da Discussão à Ação Sociopolítica sobre Controvérsias Sócio-Científicas: Uma Questão de Cidadania. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**. Lisboa, Portugal, v. 3, n. 1, p. 1-10, jan./jun. 2013.

SANTOS, V. M. F.; COUTINHO, F. Â.; SILVA, F. A. R. A Proposta Teoria Ator-Rede (ANT) para a Construção de Sequências Didáticas. In: COUTINHO, F. Â.; SILVA, F. A. R. **Sequências Didáticas: Propostas, Discussões e Reflexões Teórico- Metodológicas**. Belo Horizonte, FAE/UFMG, 2016. p. 9-16.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v.02, n.02, p.110-132, jul-dez, 2002.

SILVA, Ana Cláudia Rodrigues da. Políticas Ontológicas e Realidades Múltiplas: a doença falciforme performada na prática. **Revista ANTHROPOLÓGICAS**, v. 20, n. 27(2), p.169-195, 2016.

SILVA, F. A. R.; COUTINHO, F. Â. Realidades Colaterais e a Produção da Ignorância em Livros Didáticos de Biologia: Um Estudo sobre Hormônios e a Questão de Gênero. **Investigações em Ensino de Ciências**, V21(3), pp. 176-194, 2016.

VIEIRA, Daniela Campolina. Educação Ambiental na Estruturação de Mundos Possíveis: o Caso do Núcleo Córrego João Gomes Cardoso – MG. 2014. 240 p. **Dissertação (Mestrado em Educação)** - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.