



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

DAYANNE DA SILVA ALVES

**UMA REPRESENTAÇÃO PARA A SALA DE AULA
BASEADA NA TEORIA ATOR-REDE**

Londrina
2022

DAYANNE DA SILVA ALVES

**UMA REPRESENTAÇÃO PARA A SALA DE AULA
BASEADA NA TEORIA ATOR-REDE**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Sergio de Mello Arruda.

Londrina
2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

A474u Alves, Dayanne da Silva.
UMA REPRESENTAÇÃO PARA A SALA DE AULA BASEADA NA TEORIA ATOR-REDE / Dayanne da Silva Alves. - Londrina, 2022.
60 f. : il.

Orientador: Sergio de Mello Arruda.
Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2022.
Inclui bibliografia.

1. Teoria Ator-Rede - Tese. 2. Rede de atores - Tese. 3. Sala de aula - Tese. 4. Ensino de Ciências - Tese. I. Arruda, Sergio de Mello . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

CDU 37

DAYANNE DA SILVA ALVES

**UMA REPRESENTAÇÃO PARA A SALA DE AULA
BASEADA NA TEORIA ATOR-REDE**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Sergio de Mello Arruda
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Hugo Emmanuel da Rosa Corrêa
Instituto Federal do Paraná – IFPR

Prof. Thomas Barbosa Fejolo
Instituto Federal do Rio de Janeiro – IFRJ

Profa. Dra. Fabiele Cristiane Dias Broietti
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Marinez Meneghello Passos
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 23 de maio de 2022.

AGRADECIMENTOS

O caminhar desta tese teve o auxílio e suporte de muitas pessoas. O fato de estar na posição de candidata a título de doutora é, com certeza, vivenciar um privilégio. Um doutoramento não é conquista apenas do candidato, e se faz necessário este reconhecimento. Uma pesquisa não se realiza e consolida caminhando sozinho. É imprescindível reconhecer o quão importante são as pessoas que contribuíram com esta formação, mesmo que de forma singela e simples. Por isso, meus agradecimentos.

Ao Prof. Dr. Sergio de Mello Arruda, meu orientador, que me acolheu de uma maneira encantadora em um novo aspecto de pesquisa, me orientando de forma sábia e generosa.

À Profa. Dra. Marinez, pelo carinho e amigáveis orientações precisas e por todo o apoio ao longo da minha fase de doutoramento.

Aos membros da banca, que avaliaram este trabalho: Fabiele, Hugo e Thomas. As orientações sábias e gentis formaram e delimitaram este trabalho de forma profunda e significativa, capaz de auxiliar no desenvolvimento de trabalhos futuros.

Aos professores que contribuíram com a minha formação no PECEM como estudante, professora e pesquisadora.

Aos integrantes do Grupo de Pesquisa Educação em Ciências e Matemática (EDUCIM), que com suas experiências e companheirismo, delimitaram e reorganizaram nos momentos que por vezes foram necessários.

À CAPES, pelo financiamento, por meio de Bolsa de Doutorado, a qual foi de suma importância para o desenvolvimento desta pesquisa.

Nesta trajetória, tive também o grande privilégio de uma família delicada e amorosa, que me apoiou nesta jornada. Agradeço aos meus pais, que por mais que viessem as dificuldades, priorizaram os meus estudos e dos meus irmãos. O amor e apoio deles foram meu primeiro incentivo desde minha formação inicial como professora.

Não considere nenhuma prática como imutável. Mude e esteja pronto a mudar novamente. Não aceite verdade eterna.

Experimente.

Skinner.

ALVES, Dayanne da Silva. **Uma representação para a sala de aula baseada na teoria ator-rede**. 2022. 60 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2022.

RESUMO

Nesta tese, apresentamos os resultados de uma investigação que buscou identificar e interpretar a presença de uma rede de atores em uma sala de aula durante o desenvolvimento da disciplina de Fisiologia Humana e Biofísica, que fazia parte da grade curricular de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas em uma universidade pública do estado do Paraná. Pautamo-nos na Teoria Ator-Rede (ANT) para evidenciar indícios de identificação e interpretação sugeridos. Os dados foram coletados por meio da gravação em vídeo das aulas, de anotações em um caderno de campo e de entrevistas realizadas com os alunos da disciplina e com o professor responsável por ela. Para a elaboração desta tese optamos por considerar unicamente as entrevistas, e para organizar e interpretar os dados utilizamos os procedimentos apresentados pela Análise Textual Discursiva (ATD), primeiramente transcrevendo as entrevistas e, posteriormente, realizando a fragmentação do texto, que culminou na identificação e na categorização dos atores humanos e não humanos. Diante deste processo de organização, buscamos mapear, por meio de grafos, os atores constituintes da sala de aula. O mapa elaborado possibilitou a identificação da professora como sendo um ator mediador, assim, por meio de suas ações, ela conectava e mobilizava as ações dos demais atores em suas redes internas, proporcionando a evidência de um fluxo de ações em uma rede social.

Palavras-chave: Teoria Ator-Rede; Rede de atores; Sala de aula; Ensino de Ciências; Formação de Professores.

ALVES, Dayanne da Silva. **A representation for the classroom based on actor-network theory**. 2022. 60 p. Doctoral dissertation (Postgraduate Program in Science Teaching and Mathematics Education) – State University of Londrina, Londrina, 2022.

ABSTRACT

In this thesis, we present the results of an investigation that sought to identify and interpret the presence of a network of actors in a classroom during the development of the Human Physiology and Biophysics discipline, which was part of the curriculum of a Bachelor of Science Biological course at a public university in the state of Paraná. We are based on the Actor-Network Theory (ANT) to highlight suggested identification and interpretation signs. Data were collected through video recordings of classes, notes in a field notebook, and interviews with the students of the discipline and the teacher responsible for it. To prepare this thesis, we chose to consider only the interviews and to organize and interpret the data, we used the procedures presented by Discursive Textual Analysis (ATD), first transcribing the interviews and, subsequently, fragmenting the text, which culminated in the identification and categorization of human and non-human actors. Given this process of organization, we sought to map, through graphs, the constituent actors of the classroom. The map made it possible to identify the teacher as a mediating actor; thus, through her actions, she connected and mobilized the actions of other actors in their internal networks, providing evidence of a flow of actions in a social network.

Key-words: Actor-Network Theory; Network of actors; Classroom; Science teaching; Teacher education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Triângulo didático-pedagógico	14
Figura 2 – Rede didático-pedagógica.....	16
Figura 3 – Interface gráfica da tela inicial do <i>software</i> Gephi 0.9.2.....	39
Figura 4 – Distribuição dos atores humanos e não humanos em rede	46
Figura 5 – Relações das ações formadoras da rede didático-pedagógica.....	48
Figura 6 – Primeiro movimento para geração da rede didático-pedagógica	49
Figura 7 – Segundo movimento para geração da rede didático-pedagógica	50
Figura 8 – Terceiro movimento para geração da rede didático-pedagógica	51
Figura 9 – Distribuição das ações dos actantes para formação da rede didático-pedagógica	52
Figura 10 – Rede didático-pedagógica para a sala de aula pesquisada	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Atores e ações mencionadas pelos entrevistados	42
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANT	Teoria Ator-Rede
ATD	Análise Textual Discursiva
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
E	Estudante
EDUCIM	Grupo de Pesquisa Educação em Ciências e Matemática
P	Professor
S	Saber
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UERJ	Universidade Estadual do Rio de Janeiro
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFMG	Universidade Estadual de Minas Gerais

SUMÁRIO

	APRESENTAÇÃO	11
1	INTRODUÇÃO	14
2	EMBASAMENTOS TEÓRICOS	19
2.1	Formação de professores: alguns destaques	19
2.2	A teoria ator-rede	23
2.3	A teoria dos grafos e suas noções elementares	27
3	FUNDAMENTOS E ENCAMINHAMENTO E METODOLÓGICOS	30
3.1	A pesquisa qualitativa nesta tese	30
3.2	A coleta de dados	31
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS	34
4.1	Considerações analíticas iniciais	34
4.2	Interpretações e representações	45
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
	REFERÊNCIAS	58

APRESENTAÇÃO

O princípio do uso de redes por meio da Teoria Ator-Rede como referencial para esta tese, em minha trajetória de pesquisa, ocorreu por meio de duas vivências. A conclusão da graduação em Ciências Biológicas e o ingresso no Mestrado Profissional em Ensino (PPGEN) pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) foi o início do processo desta caminhada. Minha intenção em ambas as formações foi pesquisar a formação inicial de professores.

Tive o privilégio de conhecer a pesquisa em Ensino, especialmente, sobre a formação de professores, com o Prof. Dr. Lucken Bueno Lucas durante a graduação, e como estava finalizando-a, continuei investigando na área de Biologia, em que permanecia trabalhando. Isso me inspirou a buscar mais conhecimento sobre o processo de formação inicial de professores e como as diferentes teorias ajudavam acadêmicos e professores pesquisadores da área de Ensino a elaborarem novos conhecimentos.

O mestrado despertou meu interesse para pesquisar as situações de Ensino. Durante o mestrado, estudei e aprendi a fazer uso de várias ferramentas de pesquisa, entre elas os Mapas Conceituais de Novak. Dediquei-me também ao estudo de diversos autores que fundamentavam, teoricamente, a formação de professores, entre eles destaque: Tardif, Gauthier, Nóvoa e Lessard. Com relação aos preceitos metodológicos, tive contato com a Análise Textual Discursiva, que estavam longe de minha formação inicial. Por ser da área de Ciências Biológicas, não me desvinculei dos conhecimentos específicos do campo, bem como do Ensino de Ciências, abarcados nos pressupostos de Krasilchik e Marandino.

No mestrado, o uso de Mapas Conceituais auxiliou minha compreensão de como se dava o processo de ensino e de aprendizagem de um conteúdo de Fisiologia Vegetal, guiado pela aplicação de uma Sequência Didática. Utilizamos os Mapas Conceituais como fator de compreensão e interação entre o professor e o estudante em sala de aula.

Ao longo do desenvolvimento do mestrado, nas aulas do Prof. Dr. Lucken e em constantes conversas com meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Poletto, procuramos compreender os Focos da Aprendizagem nas suas variadas perspectivas, fato que me encantou e passou a constituir minhas ideias, ainda que

embrionárias, para um possível projeto de doutorado, pois já sabia que o mestrado não daria conta de saciar meus anseios e desejos pela pesquisa em Ensino.

Assim, dei início à minha segunda trajetória, e para o meu projeto de doutorado, dediquei-me ao estudo dos Focos da Aprendizagem Docente em um curso de Ciências Biológicas, em específico na disciplina de Estágio Obrigatório, pois foi no estágio obrigatório que tive meu despertar para a docência e queria compreender melhor este processo com base em minhas experiências acadêmicas.

Com a aprovação no doutorado, tornei-me uma estudante do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PECEM) da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Para este processo de caminhada na pesquisa tinha em mente desenvolver uma investigação, pautada naqueles conhecimentos e decisões tomadas até aquele momento.

Como esperado, fui à minha primeira orientação, na qual me deparei com um arcabouço metodológico de análise e compreensão do social, que para nós, o social se tornaria a sala de aula sendo o cerne deste trabalho. O processo de organização das novas ideias e articulação com a Teoria Ator-Rede para a compreensão do social em sala de aula em um curso de Ciências Biológicas, por muitas vezes, tornou-se confuso e distante, devido à complexidade da articulação das variadas perspectivas teóricas que eram necessárias interpretar, estruturar, observar e analisar nas redes formadas.

Partimos deste ponto para estruturarmos e caracterizarmos a pesquisa que apresento nesta tese. Para tanto, consideramos o aspecto de estruturação da sala de aula, mediante a perspectiva do sistema didático-pedagógico de Chevallard. Para compreender as complexidades desse ambiente universitário, faz-se necessário articular teorias buscando por um repertório de saberes que os docentes desenvolvem ao longo de sua prática.

Ainda que em uma nova vertente de pesquisa diferente da proposta no projeto inicial, a satisfação em realizar esta pesquisa e mapear uma sala de aula em uma disciplina do curso de Ciências Biológicas, tornou-se inspiração para realizar pesquisas para além do doutorado.

Nesta tese apresentamos um estudo em que as redes sociais foram constituídas mediante a interpretação das falas da professora e de estudantes de uma turma de Ciências Biológicas na disciplina de Fisiologia Humana e Biofísica. Detalhamos a metodologia utilizada e os resultados da pesquisa, os quais são

evidenciados com o suporte da teoria dos Grafos, no qual ilustramos nossas redes por meio das ações que conectam os actantes. Os resultados desta investigação trazem uma complexidade representacional e social da sala de aula, permitindo a interpretação das conexões entre atores humanos e não humanos.

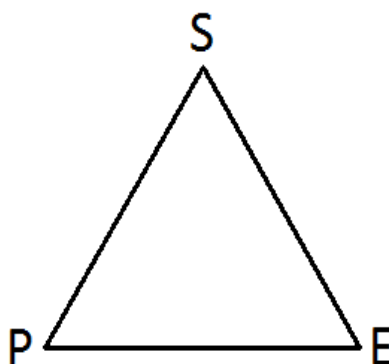
Para que os leitores possam pensar sobre aspectos pertencentes ao processo educacional, como a ação, o ensino e o aprendizado em um curso de Ciências Biológicas usando a Teoria Ator-Rede, pretendo oferecer a eles a oportunidade de entender as diferentes áreas do saber, nas quais se agrupam os atores humanos e não humanos e os processos que os conectam por meio de suas ações independentes.

1 INTRODUÇÃO

Nesta tese, propõe-se uma representação da sala de aula, baseada na Teoria Ator-Rede (ANT¹), explorando uma aplicação desse modelo em aulas de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Uma sala de aula pode ser representada pelo triângulo didático pedagógico, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Triângulo didático-pedagógico



Fonte: Arruda e Passos (2017, p. 100).

Este triângulo, conhecido como triângulo didático ou triângulo pedagógico (Gauthier *et al.*, 2006) ou sistema didático (Chevallard, 2005), ou ainda triângulo didático-pedagógico (Arruda; Passos, 2017), representa uma sala de aula 'padrão', constituída por um professor (P), um grupo de estudantes (E) e um saber a ser ensinado (S), que estabelecem entre si diversas relações de ensino e de aprendizagem.

“Trata-se de um modelo cognitivo bastante antigo, que remonta às ideias de Platão” (Gauthier; Tardif, 2013, p. 42-43), tendo sido utilizado com frequência na área de Educação em vários contextos e com diversos objetivos. Alguns fundamentos teóricos e resultados de pesquisas relativos ao que foi afirmado na última frase podem ser acessados em: Chevallard (2005); Houssaye (2007);

¹ A sigla ANT remete ao acrônimo em inglês de *Actor-Network Theory*. Ao passar pelo processo de tradução, temos também a sigla TAR, na qual se remete à Teoria Ator-Rede. Neste estudo, utilizaremos a sigla ANT, visto que tende a ser uma escolha mais precisa, não ao fato de induzir ao leitor a pensar como um animal invertebrado, como Latour se refere a uma formiga em alguns momentos ao longo de suas escritas, mas sim pelo fato de mantermos a opção 'ANT' da tradução do livro *Reagregando o Social: uma introdução a teoria Ator-Rede* (Latour, 2012).

Arruda, Lima e Passos (2011); Arruda e Passos (2017); Friesen e Osguthorpe (2018); Broietti, Lopes e Arruda (2019).

Para tanto, compreendemos, assim como os autores relacionados a seguir, que o triângulo didático-pedagógico (Arruda; Passos, 2017) tornou-se um instrumento que permite a análise das percepções e das ações dos estudantes sobre sua aprendizagem, sobre o professor em seu ensino e as relações docentes com os saberes. Fato que o coloca na posição de um modelo representativo de sala de aula e sobre o qual discutiremos, em outros momentos, ao longo desta tese.

Há tempos é utilizada a questão da relação com o saber como base de estudo para a formação docente, para o ensino e para o aprendizado em Ciências, tanto em ambientes formais quanto em ambientes não formais (Charlot, 2000). A relação com o saber pode ser assumida como “[...] uma forma de relação com o mundo” (Charlot, 2000, p. 77) ou até mesmo como “[...] a relação do sujeito com o mundo, com ele mesmo e com os outros” (Charlot, 2000, p. 78).

Tendo como intenção elaborar uma representação da sala de aula, assumimos que no ambiente acadêmico ou qualquer local em que o ensino e a aprendizagem se façam presentes, as relações são constituídas mediante os saberes escolares estabelecidos pelo currículo, os estudantes, os professores, os demais membros do ambiente escolar e toda a sua estrutura física.

As relações com o saber podem ser classificadas em três dimensões: relações epistêmicas, pessoais e sociais, compreendidas para nós a partir da adaptação de definições originais de Charlot (2000) a respeito das “relações epistêmicas”, de “identidade” e “social” com o saber (Charlot, 2000, p. 68-74).

Por relações epistêmicas compreendemos que a observação do mundo aborda questões intelectuais e/ou cognitivas, como compreensão ou não de determinado conhecimento, levando à existência de um saber objetivo e independente, ou um “conhecimento sem sujeito que conheça”, como aborda Popper (1975, p. 111).

As relações pessoais referem-se às questões preferenciais do sujeito, como o fato de gostar ou não gostar, querer ou não querer, englobando sentimentos, emoções, desejos e interesses de uma pessoa sendo compreendida por meio de sua individualidade.

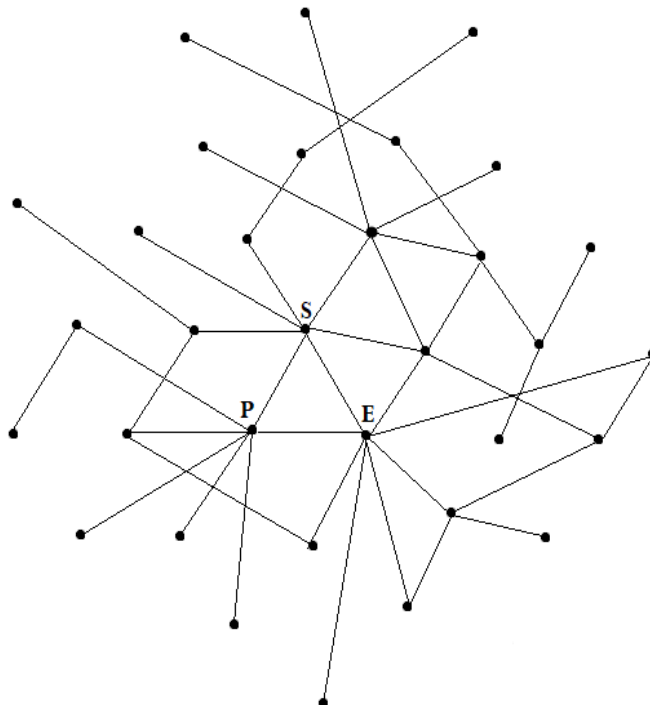
As relações sociais envolvem as necessidades, os valores, os

acordos, as crenças, as leis e os preceitos que surgem nos grupos e nas comunidades de que essas pessoas participam, conduzindo desta forma às percepções valorativas e que culminam naquilo que se pode ou não fazer, deve-se ou não estabelecer, precisa-se ou não realizar.

Mesmo possuindo essas três dimensões, por meio das quais o sujeito conecta-se ao mundo, para nós esta relação foi delimitada em como o sujeito conecta-se com o saber ensinado em sala de aula, ou seja, delimitamos o 'mundo' à sala de aula e estabelecemos o 'saber' nela propagado como linha norteadora das relações.

A partir da Teoria Ator-Rede, podemos entender a sala de aula não apenas como a relação estabelecida entre três atores (P, E e S), mas como uma rede sociotécnica, ou uma *rede didático-pedagógica*, em que P, E e S estão conectados a muitos outros atores humanos e não humanos, conforme representado na Figura 2.

Figura 2 – Rede didático-pedagógica



Fonte: Arruda, Passos e Broietti (2021, p. 235).

Na Figura 2, consideramos que os pontos são atores no sentido da ANT (actantes) e as linhas são as conexões entre eles. A rede didático-pedagógica,

portanto, é uma extensão do modelo padrão da sala de aula, no qual as fronteiras sociais ultrapassam os limites físicos da sala de aula.

Ao descrever a elaboração da rede em uma sala de aula e a interpretação de seu resultado, estuda-se a associação entre os participantes da rede (estudantes, professor e objetos) e como um induz a ação do outro dentro dela. Assim, partimos da perspectiva de que um ator está conectado aos demais atores, configurando o cenário de ações dentro da rede em que estão inseridos (Latour, 2012).

Tais considerações levaram-nos à seguinte indagação: De que maneira está traçada a rede de atores, considerando estudantes, professor e demais objetos, em aulas de uma disciplina de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e como o conhecimento e a aprendizagem são produzidos nesta rede? Desta forma, o objetivo da investigação foi traçar os principais actantes e ações da rede social, na qual ocorre o processo de ensino e aprendizagem, em uma disciplina do curso de Ciências Biológicas, conectando actantes humanos e não humanos em uma sala de aula.

Na continuidade da tese trazemos, após a Introdução, quatro capítulos. No Capítulo 2 dedicamo-nos a descrever quais teóricos e definições consideramos a respeito de formação de professores, destaques relativos à Teoria Ator-Rede e suas metodologias envoltas para a interpretação e a constituição de relações entre os atores formadores da rede e a informações sobre a Teoria dos Grafos, com algumas noções elementares, a fim de que os leitores compreendam, minimamente, o que um grafo representa. Por isso, nominamos este capítulo por: Embasamentos teóricos.

No Capítulo 3, apresentamos os procedimentos metodológicos que foram utilizados para organizarmos a coleta, a interpretação e as conclusões analíticas referentes ao que desenvolvemos e que estavam amparadas pelo nosso objetivo investigativo.

No Capítulo 4, estruturado em duas seções, destacamos os movimentos analíticos iniciais, descrevemos como foram realizadas algumas interpretações, disponibilizando exemplos, e, para encerrar, trazemos as representações conclusivas e que estão sujeitas às tomadas de decisão que cada pesquisador, segundo a sua subjetividade e compreensão opera.

Para encerrar, temos o Capítulo 5, denominado Considerações

finais, em que retomamos as questões que idealizamos primariamente e procuramos respondê-las. Contudo, antecipadamente, destacamos: apesar de termos concluído esta caminhada investigativa, observamos após este término que muito ainda está por fazer e que, em breve, retomaremos os dados coletados e não utilizados para a elaboração desta tese, os quais podem, até mesmo, complementar e/ou alterar a representação de sala de aula a que chegamos.

2 EMBASAMENTOS TEÓRICOS

A formação inicial de professores deve sempre estimular e auxiliar o estudante em sua perspectiva crítico-reflexiva, procurando ser capaz de fornecer aos futuros professores meios de desenvolverem um pensamento autônomo, favorecendo a autoformação participada. Para Nóvoa (1997), o fato de estar em formação retrata a existência de um investimento pessoal, visando sempre o processo de construção de uma identidade docente.

Todavia, para que essas elaborações ocorram, Marcelo-Garcia (1999) chama a atenção para o processo reflexivo que precisa perpassar pelos objetivos formativos dos professores. Essa reflexão tende a auxiliar na compreensão de novas perspectivas e tendências que podem auxiliar na prática pedagógica de cada professor (em formação inicial ou já formado e atuante).

No decorrer deste capítulo, traremos algumas considerações a respeito da formação de professores, a fim de situar o ambiente de pesquisa e o que compreendemos sobre processo formativo, pois nossos olhares estão ‘contaminados’ por esses nossos pensamentos sobre a formação de professores, principalmente a inicial.

Elaboramos também, de forma resumida, como já indicado no fim da Introdução, explicações sobre a Teoria Ator-Rede, que auxiliaram na estruturação teórica da pesquisa.

Na última seção, incluímos registros a respeito da Teoria de Grafos e seus recursos representativos, em função de ter sido esta teoria que nos proporcionou representar a sala de aula investigada.

2.1 FORMAÇÃO DE PROFESSORES: ALGUNS DESTAQUES

A formação docente vai além dos conteúdos ensinados em sala de aula nos cursos de graduação, formação continuada, em serviço e nos estágios. Em suma, todos os conhecimentos devem formar um repertório de saberes (Tardif, 2014), que juntos indicam a condição de ser e agir do professor. Cada saber pode ser melhorado e ajustado de acordo com o valor que tem para cada professor. Tais afirmações fazem parte do que nos apresentam Pimenta (2000), Baccon (2011) e Tardif (2014).

Neste sentido, com claro enfoque na formação de um repertório de saberes, para Gauthier *et al.* (2006), o ensino é concebido com a integração de vários saberes: o saber disciplinar (conhecimento do conteúdo); o saber curricular; o saber das ciências da educação; o saber da tradição pedagógica (saber dar aulas); o saber experiencial; e o saber da ação pedagógica. Além do conhecimento do conteúdo, é fundamental o planejamento das atividades, das estratégias, bem como a utilização dos recursos pedagógicos disponíveis. Todos considerados essenciais para se obter o êxito escolar.

Nesse seguimento, Pimenta (2000) afirma que não basta apenas produzir/transferir o conhecimento, fazem-se necessárias condições para a produção do conhecimento. Por isso, a autora enfatiza que se deve reconhecer que, para saber ensinar, além da experiência e os conhecimentos específicos, tornam-se necessários, também, os saberes pedagógicos e didáticos.

Tardif (2014) denomina todos esses saberes, descritos de outra forma por Pimenta (2000), por saberes profissionais, instituindo-os como aqueles que são trabalhados pelas instituições de formação de professores. E complementa, que é fundamental que o professor considere em sua prática os saberes da Educação e das Ciências, não se limitando à mera reprodução dos conhecimentos. E destaca que é ao longo de sua formação que o professor se aproxima das Ciências da Educação por meio dos seus fundamentos teóricos e práticos.

A prática docente não se limita a ser apenas um objeto de saber relacionado às Ciências da Educação, visto que a prática docente requer um conjunto de tarefas que estimulam diversos saberes, denominados por saberes pedagógicos, vinculando-se com as Ciências da Educação (Tardif, 2014).

Os saberes disciplinares são aqueles adquiridos em forma de conteúdo ao longo da formação profissional de cada indivíduo e são disponibilizados em variados campos do conhecimento, em disciplinas ofertadas nas universidades e demais cursos distintos (Tardif, 2014).

Para Gauthier *et al.* (2006 p. 29), “[...] o saber disciplinar refere-se aos saberes produzidos pelos pesquisadores e cientistas nas diversas disciplinas científicas, ao conhecimento por eles produzidos a respeito do mundo”. Assim, para ensinar, o professor faz uso dos saberes produzidos por pesquisadores de variadas áreas do campo científico.

Já os saberes curriculares, para Tardif (2014, p. 38):

[...] correspondem aos discursos, objetivos, conteúdos e métodos a partir dos quais a instituição escolar categoriza e apresenta os saberes sociais por ela definidos e selecionados como modelos da cultura erudita e de formação para a cultura erudita. Apresentam-se concretamente sob a forma de programas escolares (objetivos, conteúdos, métodos) que os professores devem aprender a aplicar.

De acordo com Gauthier *et al.* (2006, p. 30), “[...] a escola seleciona e organiza certos saberes produzidos pelas Ciências e os transforma num *corpus* que será ensinado nos programas escolares”. Dessa forma o professor deve conhecer o programa de sua disciplina, compondo seu próprio reservatório de conhecimento, visto que o programa o orienta acerca de sua prática educativa.

Os saberes experienciais ou também denominados saberes práticos são aqueles fundamentados em sua prática individual. Assim, “[...] incorporam-se a experiência individual e coletiva sob a forma de *habitus* e de habilidades de saber-fazer e de saber-ser” (Tardif, 2014, p. 39). Dessa forma, o professor pode também aprender com sua prática, caracterizando sua ação em sala de aula.

Para o professor, “[...] aprender por meio de suas próprias experiências significa viver um momento particular, momento esse diferente de tudo o que se encontra habitualmente, sendo registrado como tal em nosso repertório de saberes” (Gauthier *et al.*, 2006 p. 33).

Partindo desses saberes, Tardif (2014, p. 39) define que

[...] o professor ideal é alguém que deve conhecer sua matéria, sua disciplina e seu programa, além de possuir certos conhecimentos relativos às ciências da educação e à pedagogia e desenvolver um saber prático baseado em sua experiência cotidiana com os alunos.

Mediante essa abordagem, define-se também que os saberes dos professores são temporais, pois o conhecimento a respeito do ensino é formado desde o ambiente escolar. Dessa forma, abordamos os principais motivos pelos quais fazem os saberes profissionais tornarem-se temporais (Tardif, 2014).

Uma grande parcela do conhecimento sobre o ensino dos professores provém de sua formação, de sua experiência e de sua história de vida escolar. Cada indivíduo passa mais de dez anos em um ambiente escolar, no qual conhece inúmeros professores que lecionam diferentes disciplinas, elaborando, por meio dessas vivências, parâmetros sobre o que seria ensinar. Assim, ao longo de

todos esses anos, frequentando a escola, os professores, mesmo passando pela formação profissional, que pode trazer elementos divergentes dos vivenciados, não desabilitam suas crenças e representações da atividade docente (Tardif, 2014). Isto é, não somente o processo de formação professoral, que pode ter ocorrido a partir do Ensino Médio, é considerado, mas sim, as memórias que ‘carrega’ desde os primeiros anos como aluno.

Os saberes profissionais dos professores são temporais, visto que no início da sua atividade docente, o professor adquire experiência que o auxilia em seu cotidiano, de maneira a formar uma estrutura de sua atividade profissional ao longo de sua carreira, formando “[...] um processo de vida profissional de longa duração do qual fazem parte dimensões de socialização profissional, bem como fases e mudanças” (Tardif, 2014, p. 262).

De acordo com Tardif (2014), os saberes dos professores são também considerados como heterogêneos e plurais, em virtude de serem providos de variadas fontes, apropriando-se dos conhecimentos de maneira a formar um aglutinado acervo que os docentes, em sua prática, buscam utilizar de forma a atender aos objetivos de sua ação.

Desse modo, para ensinar não basta ter experiência, seguir a intuição e saber os conteúdos científicos específicos. Sabemos que, de certa forma, esses conhecimentos auxiliam o professor a ter êxito no ensino, mas esses conhecimentos abordados de forma isolada não bastam: eles precisam integrar um conjunto de saberes, capazes de auxiliar a prática educativa. E tais afirmações são unânimes para Pimenta (2000), Baccon (2011) e Tardif (2014), referenciais estudados por nós desde a graduação.

Assim, o professor deve estar em constante construção de seu conhecimento e de suas experiências, a fim de compartilhá-los e socializá-los em seu ambiente de trabalho, para que o ensino tenha um novo significado para professores e estudantes, e não seja apenas um ato de transferência de conhecimento entre professores, estudantes e companheiros do ambiente de ensino.

Então, cientes de que diversos são os saberes docentes a serem mobilizados durante uma adequada prática docente, consideraremos as dimensões pedagógicas do ensino e da aprendizagem desses conteúdos, conforme orienta a literatura de formação de professores exposta nesta seção.

Acreditamos que essa mobilização seja condição básica para que possamos sistematizar de forma organizada o processo de ensino e de aprendizagem dos conteúdos, com intenções didáticas e pedagógicas determinadas.

2.2 A TEORIA ATOR-REDE

Muitos autores advertem sobre as dificuldades em definir claramente o que seja a Teoria Ator-Rede (ANT). Law (2009), por exemplo, avisa para se ter cuidado com textos que pretendem dar uma visão geral objetiva da ANT. Fenwick e Edwards (2010, p. 2), compartilhando da opinião de Law, referem-se à ANT como “[...] uma nuvem que de fato escapa a qualquer tentativa de apreendê-la”, não sendo possível descrevê-la com precisão. Portanto, queremos nesta seção apresentar de forma resumida algumas ideias da ANT que podem nos ajudar a entender a sala de aula para além do modelo triangular da Figura 1, apresentada na Introdução desta tese.

A ANT emergiu em meados da década de 80, a partir dos trabalhos de Bruno Latour, Michel Callon e John Law, e pode ser considerada como uma abordagem filosófica pertencente às Ciências Sociais, analisando os eventos como resultados de redes instáveis de associações (Elder-Vass, 2019) entre humanos e não humanos, como definido por Ritzer (2005, p. 1).

Levando a sério a agência de não humanos (máquinas, animais, textos e híbridos, entre outros), a rede da ANT é concebida como um amálgama heterogêneo de atores textuais, conceituais, sociais e técnicos. O “ator volitivo” para a ANT, denominado actante, é qualquer agente, coletivo ou individual, que possa se associar ou desassociar com outros agentes. Os atores estabelecem associações em rede, que por sua vez as definem, nomeiam-nas e fornecem-lhes substância, ação, intenção e subjetividade. Em outras palavras, os actantes são considerados fundamentalmente indeterminados, sem substância ou essência *a priori*, e é através das redes em que se associam que os actantes derivam sua natureza.

A ANT foi elaborada para ser a Sociologia das associações, e indica que a produção de conhecimento é resultante de uma produção social, efeito das agregações incertas entre os atores e suas ações dentro da rede (Latour, 2012). Em outras palavras: “[...] o conhecimento é um produto social de uma rede de materiais heterogêneos” (Law, 2009, p. 381).

Nesse sentido, o social é elaborado a partir das associações e relações estabelecidas, quando objetiva evidenciar as redes momentâneas das ações dos atores. Para tanto, compreendemos como ator todo aquele gerador e ação capaz de formar uma produção em rede, ou seja, o conhecimento, por meio de conexões entre os actantes na rede social (Latour, 2012). Deste modo, é apresentado o sentido do conceito “ator-rede”, uma vez que o sujeito é o ator, mas apenas o é em uma rede, e ambos existem em constante construção e reconstrução.

Como colocado por Fenwick e Edwards (2010, p. 4), a ANT “[...] é uma abordagem que nos permite rastrear as maneiras como as coisas se juntam, agem e se tornam aceitas sem discussão”, tornando-se uma *caixa preta*, ou seja, algo que, embora feito de várias partes, é tomado como uma “entidade única”, que age de uma certa maneira.

A ANT pode mostrar como as coisas são convidadas ou excluídas, como algumas ligações funcionam e outras não, e como as associações são reforçadas para se tornarem estáveis e duráveis por meio da ligação a outras redes e coisas. [...] No entanto, essas associações são precárias e exigem muito trabalho contínuo para manter seus vínculos (Fenwick; Edwards, 2010, p. 4).

Além disso, as análises baseadas na ANT indicam que o próprio conhecimento é gerado como efeito da rede.

Nessa abordagem, a aprendizagem não é simplesmente um processo individual ou cognitivo. Nem é simplesmente uma conquista social. A própria aprendizagem torna-se um efeito de rede (Fenwick; Edwards, 2010).

Em complemento a este contexto, Santaella e Cardoso (2015, p. 168) asseguram que “[...] a teoria do ator-rede representa uma tentativa de superar a ideia de mente cartesiana e seus decorrentes dualismos”, assim, deve-se considerar a complexidade e a performance presente no meio social. Neste sentido, para Venturini e Latour (2010), o fato de proporcionar que várias pessoas se relacionem faz com que haja um aumento da complicação, visto o fato de haver intrinsecamente um sistema de atuações e ações, nas quais os atores podem transportar em sua companhia pelo tempo e espaço.

Partindo desta compreensão, a sociedade e o social são engendrados como emergentes, de forma a surgir no cotidiano a partir de suas atuações.

Com efeito, propõe-se uma ressignificação da Sociologia, considerando assim duas visões, sendo elas a tradicional e a social, as quais buscam explicações das propostas de cada visão e nas estruturas estabilizadas das associações (Latour, 2012).

A fim de constituir esta ideia, Latour (2012, p. 24) elaborou uma análise etimológica do termo social, sendo possível afirmar que “[...] a primeira acepção é seguir [...] *socius* denota um companheiro, um associado”, progredindo-se para aliar e expressar o conhecimento de algo em comum. Assim, Latour (2012) propõe uma nova concepção de Sociologia traçada no processo em que as associações ocorreram, como a autor define, a Sociologia tradicional obscurece “[...] aquilo que deveriam explicar com a explicação” (Latour, 2012, p. 26).

Alguns aspectos são fundamentais a nível de compreensão sobre a ANT e suas concepções sociológicas, os quais devem ser observados de maneira sistêmica e integrada.

O primeiro aspecto abrange a existência de uma dinâmica intensa nos grupos, isso explica o fato de eles estarem fechados e acabados, existindo entre eles incertezas, fragilidades e mutualidades. Desta forma, a performance torna-se a lógica maior capaz de declarar que não há grupos formados e apenas a formação de grupos. Nesta perspectiva, os atores encenam papéis que agem incessantemente para estabelecer limites e posições do grupo (Latour, 2012; Nobre; Pedro, 2010), formando associações e conquistando grupos, que antes se encontravam distantes (Latour, 2001).

Diante disso, Venturini e Latour (2010) destacaram a importância de compreender o conceito de emergência, referindo-se ao sentido de surgir e em sentido oposto à noção de uma estrutura do grupamento social sólida e inalterável. Assim, afirmam que:

[...] é uma noção muito útil, uma ideia que beneficia tanto os atores sociais e cientistas sociais: ela permite aos atores assumirem a estabilidade dos fenômenos coletivos e permite que os investigadores presumam que estes fenômenos fazem sentido (Venturini; Latour, 2010, p. 89).

Faz-se necessário o ato de observar que as atuações devem ser vistas como um agrupamento, um nó, de forma que o ator jamais age sozinho, de maneira independente, antes disso, suas atuações resultam da rede, visto que é “[...] alvo móvel de um amplo conjunto de entidades que enxameiam em sua direção” (Venturini; Latour, 2010, p. 75). Assim, a ANT “[...] assume a total indeterminação do ator” (Callon, 1999, p. 181), tornando-se a principal origem de incerteza.

O fato de se refletir a respeito da relação do ator com e na rede, possibilita assegurar que a atuação depende, exclusivamente, dele, até certo grau, pois suas atuações estarão relacionadas à rede de associações formadas, visto que todos os atores da rede estão de alguma maneira interligados (Latour, 2000).

Além do mais, a respeito das formas de atuação, torna-se capaz de reconhecer dois tipos, sendo eles:

Um intermediário, em meu léxico, é aquilo que transporta significado ou força sem transformá-los: definir o que entra já define o que sai [...]. Os mediadores, por seu turno, não podem ser contados como apenas um, eles podem valer por um, por nenhuma, por várias ou uma infinidade. O que entra neles nunca define exatamente o que sai [...]. Os mediadores transformam, traduzem, distorcem e modificam o significado (Latour, 2012, p. 65).

Mais um componente fundamental na ANT é o conceito de não humanos, assim dizendo, elementos que se fazem presentes e atuantes na rede. Neste sentido, os não humanos foram explicados por Houdart (2015, p.15), explicitando que

[...] a expressão é descendente, como se sabe, da etnologia na qual ela servia para designar as maneiras, extremamente inventivas, pelas quais os povos do mundo denominavam tudo aquilo que não eram eles mesmos... muitas vezes, os deuses, animais, objetos com os quais fazem sociedade e que contribuíram um pouco para formá-los.

No sentido de ampliar a conceituação de não humanos, Fenwick e Edwards (2010, p.35.) afirmam que

[...] coisas e partes de coisas cotidianas – animais, memórias, intenções, tecnologias, bactérias, móveis, produtos químicos, plantas e assim por diante, possuem capacidade de exercer força e se unir, perdurar e modificar uns aos outros [...].

Nesta tese, descrevemos os atores e suas ações e atuações, ainda, de que maneira a aprendizagem ocorre na rede formada pela sala de aula.

Para auxiliar neste processo de descrição da aprendizagem em sala de aula, com o intuito de contribuir com a ANT, Venturini (2010, 2012) propõe um grupamento de processos metodológicos, denominados de Cartografia das Controvérsias, os quais não teremos como preceitos investigativos.

Destaco, neste momento, uma pesquisa de mestrado realizada por Danguí (2022), em que consta uma revisão sistemática de literatura dos últimos vinte anos, acerca da Teoria Ator-Rede relacionada ao Ensino de Ciências no Brasil.

A autora concluiu, mediante o levantamento realizado, que as divulgadas por meio de artigo em periódicos da área de Ensino de Ciências tecem reflexões de como a Educação Científica articula-se com o que entendemos por modernidade, relatam a respeito de pesquisas etnográficas em sala de aula e em laboratório escolar e discussões contemporâneas a respeito da pós-verdade. Danguí (2022) também afirma que as investigações se concentraram entre pesquisadores pertencentes às seguintes instituições de Ensino Superior: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) e Universidade Estadual de Londrina (UEL).

Por meio desses resultados e de outros a que tivemos acesso, assumimos que a ANT é uma teoria altamente possível de ser integrada às mais variadas pesquisas dos diversos campos de conhecimento do saber, possibilitando um mapeamento e interpretação dos dados de uma forma complexa da situação pesquisada.

De maneira integrada, a complexidade de representação e interpretação da ANT e até mesmo seguir os atores, em determinadas pesquisas, uma metodologia de interpretação que está sendo utilizada é a Teoria dos Grafos, a qual abordamos de forma sucinta na seção a seguir, para que possa auxiliar a compreensão metodológica de interpretação da rede gerada para identificação e interpretação dos atores humanos e não humanos no contexto desta pesquisa.

2.3 TEORIA DOS GRAFOS E SUAS NOÇÕES ELEMENTARES

A Teoria dos Grafos é uma área de estudo e pesquisa que

representa e formaliza conjuntos de relações e elementos. Englobadas na área da Matemática, as estruturas relacionais são interpretadas mediante suas expressas representações matriciais, gráficas e algébricas. A utilização de determinada formalidade Matemática, próxima do que conhecemos nos dias de hoje como grafos, é empregada com o objetivo de evidenciar questões relacionais complexas, documentada por Gribkovskaia, Halskau e Laporte, (2007), e foi iniciada pelo matemático Leonhard Euler.

A representação de forma abstrata, referindo-se à Geometria da posição, representa um conjunto de elementos e suas relações e conectividades, que é o que chamamos de Grafo.

Para a representação de um grafo, de acordo com Barabási (2016), são necessárias interpretações de alguns termos, como o vértice do grafo, que indica um nó da rede, ou um elemento no sistema de grafo. Os traços que ligam os pontos de um grafo são chamados de arestas, as quais indicam uma relação entre todos os elementos do grafo. De acordo com o autor, mesmo diante dos mais variados exemplos de geração e ilustração de grafos, as arestas caracterizam e permitem a análise de relações entre dois vértices.

Uma aresta pode ser interpretada em conjunto com a noção de grafos, assim, os vértices podem apresentar graus determinados e pesos nas arestas incidentes. O modo de interpretação e da análise dos vértices depende dos sentidos em que são produzidos e como a rede expressa no grafo se modela (Barabási, 2016).

Ressalta-se que a Teoria dos Grafos está em constante desenvolvimento, possuindo complexidade e consistência internas. Para tanto, novas maneiras de se possibilitar as interpretações e análises das estruturas dos grafos e a rede formada se sofisticam a cada dia e possibilitam novas análises dos grafos de forma interna e com relação ao uso dos grafos para representar uma rede. Nesses campos de conhecimento desenvolvidos, vale mencionar o incremento também de análise de centralidade, pois é por meio da centralidade que obtemos interpretações dos seguimentos das arestas e vértices, conectando traços e formando a rede que será expressa no grafo.

Para Barabási (2016), os termos rede e grafo intercambiam-se em um discurso dominante na literatura. Em muitos textos, rede e grafo remetem à mesma forma de representação de sistemas. Neste mesmo sentido, um nó na rede

ou até mesmo um vértice do grafo, refere-se ao mesmo elemento, e uma aresta do grafo e um *link* da rede, relacionam-se à mesma compreensão de relação.

Para o autor, a utilização de redes, como as relacionadas à Ciência, é ampla no sentido de formas e aporte metodológico de interpretação de dados em trabalhos. A escolha de grafos está relacionada ao interesse das avaliações entre as relações dos elementos ou entre os próprios elementos. Para a escolha de formas representativas e de relação na rede, as arestas podem ser feitas mediante as características do sistema utilizado para criação do grafo representativo da rede.

Desta forma, o sentido dos grafos como validação das redes em uma pesquisa de fato não é autoevidente. Desta forma, as bordas de um sistema dependem da função realizada por ele e da estratégia escolhida para descrever a rede. Para Cillers (2001), os elementos da rede e as arestas de um grafo apresentam a mesma dependência, partindo da função dos elementos e de suas relações no sistema, possibilitando uma avaliação relacional dos elementos formadores da rede.

Isso nos possibilita uma compreensão sobre a versatilidade da usabilidade da ciência das redes, por meio da matemática dos grafos, se tornando uma abordagem interpretativa para diversas áreas de pesquisas. De acordo com Bertalanffy (2010), explicações interpretativas só serão possíveis se considerarmos os aspectos relacionais dos elementos dispostos no sistema, tornando-se uma característica típica do sistema em forma virtual.

Mediante a pluralidade de representação dos grafos, surgem novas maneiras de se desenvolver pesquisas e abordagens em Ensino de Ciências, sobretudo com o embasamento teórico da ANT. Neste sentido, no capítulo a seguir abordamos as descrições metodológicas que fundamentaram a análise dos dados desta tese.

3 FUNDAMENTOS E ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo, em um primeiro momento dos encaminhamentos metodológicos, descrevemos o contexto geral da pesquisa realizada. Em uma segunda seção, explicitamos descrições referentes à coleta dos dados.

3.1 A PESQUISA QUALITATIVA NESTA TESE

Para a elaboração e desenvolvimento desta proposta investigativa, cujos resultados trazemos nesta tese, fundamentamo-nos no que apresentam Bogdan e Biklen (1994) acerca dos preceitos metodológicos de abordagem da pesquisa qualitativa. A pesquisa qualitativa é amplamente utilizada nas áreas científicas, pois possibilita uma fundamentação metodológica para a coleta e a análise dos dados.

As características da pesquisa qualitativa (Bogdan; Biklen, 1994) resumem-se em ser uma pesquisa descritiva, na qual o instrumento principal da pesquisa é o investigador, sendo fonte de dados o ambiente natural. Na pesquisa qualitativa, o processo torna-se mais relevante que o resultado, sendo a análise caracterizada de forma indutiva e tendo grande importância os significados pessoais, provenientes dos juízos de valor de cada sujeito de pesquisa.

Definimos a abordagem da pesquisa qualitativa pelo fato de possibilitar ao pesquisador

[...] compreender o processo mediante o qual as pessoas constroem significados e descrever em que consistem estes mesmos significados. Recorrem à observação empírica por considerarem que é em função de instâncias concretas do comportamento humano que se pode refletir com maior clareza e profundidade sobre a condição humana (Bogdan; Biklen, 1994, p. 70).

Para realizarmos a interpretação dos dados coletados, que serão descritos na próxima seção, fundamentamo-nos nos preceitos metodológicos da Análise Textual Discursiva (Moraes; Galiuzzi, 2006).

Perante a ATD, os conteúdos textuais coletados formam um *corpus* de análise, que serão submetidos às fases do processo analítico. Assim,

[a] análise textual discursiva é descrita como um processo que se inicia com uma **unitarização** em que os textos são separados em unidades de significado. Estas unidades por si mesmas podem gerar outros conjuntos de unidades oriundas da interlocução empírica, da interlocução teórica e das interpretações feitas pelo pesquisador. Neste movimento de interpretação do significado atribuído pelo autor exercita-se a apropriação das palavras de outras vozes para compreender melhor o texto. Depois da realização desta unitarização, que precisa ser feita com intensidade e profundidade, passa-se a fazer a articulação de significados semelhantes em um processo denominado de **categorização**. Neste processo, reúnem-se as unidades de significado semelhantes, podendo gerar vários níveis de categorias de análise. A análise textual discursiva tem no exercício da escrita seu fundamento enquanto ferramenta mediadora na produção de significados e por isso, em processos recursivos, a análise se desloca do empírico para a abstração teórica, que só pode ser alcançada se o pesquisador fizer um movimento intenso de interpretação e produção de argumentos. Este processo todo gera **metatextos analíticos** que irão compor os textos interpretativos (Moraes; Galiuzzi, 2006, p. 118).

Considerando os encaminhamentos da ATD, o *corpus* de análise precisou ser desconstruído e realizada a categorização dos seus fragmentos textuais em categorias, prévias ou emergentes, que são estabelecidas pelo pesquisador.

Na seção a seguir, descrevemos como foi a realização da coleta dos dados desta pesquisa, o *corpus* de análise desta pesquisa e a descrição de quais são os dados constituintes desta pesquisa.

3.2 A COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados em uma universidade estadual do Paraná, em um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, especificamente, durante as aulas da disciplina de Fisiologia Humana e Biofísica ofertada para o terceiro ano do curso. A referida turma era composta por vinte e dois estudantes.

Para a coleta dos dados, foi necessária uma ambientação na turma, para que eles se familiarizassem com uma pessoa externa, no caso eu, enquanto pesquisadora, e para que se habituassem com os equipamentos de vídeo presentes na sala.

Entre o processo de ambientação e a fase de coleta dos dados, houve um acompanhamento das aulas desta disciplina por um semestre, no qual

ocorriam quatro aulas semanais, às terças-feiras, das 19 às 20h40 e às quartas-feiras, das 20 às 22h30.

Com o processo de coleta de dados, obteve-se um *corpus*, plausível para análise, diverso e amplo, sendo formado por: um caderno de campo, no qual ocorreram os registros em tempo real dos acontecimentos na sala de aula entre os participantes da pesquisa; as entrevistas gravadas em áudio e transcritas posteriormente, que constituem o *corpus* de análise para esta tese e que será descrito de forma mais específica na continuidade; e as aulas vídeo gravadas.

Utilizamos os critérios de diversidade (Guerra, 2006) e saturação (Pires, 1997) para a seleção dos estudantes na análise dos dados da pesquisa. Com relação à diversidade, ponderamos o critério da diversificação interna (Guerra, 2006, p. 40) “[...] que nos permite um estudo a respeito da diversidade de percepções de um grupo específico”, que, no nosso caso, eram estudantes do terceiro ano participantes da disciplina de Fisiologia Humana e Biofísica, que compunha a grade curricular do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Quanto à saturação, ela foi considerada para formar nossa amostra, desta forma, foi composta por todos os estudantes da referida turma do curso.

Para a análise dos dados desta tese, optou-se por concentrar nossas atenções nas entrevistas² de estrutura flexível (Bogdan; Biklen, 1994), ou seja, havia uma questão primária e, conforme o depoimento ocorria, retomávamos algumas considerações apresentadas para mais esclarecimentos.

As entrevistas foram realizadas com os estudantes e com a professora responsável pela disciplina. Houve, ainda, o acompanhamento das aulas durante um determinado período de desenvolvimento da disciplina, como descrito anteriormente. As aulas acompanhadas foram videogravadas e, também, seguidas pela elaboração de um caderno de campo, em que registrávamos acontecimentos ocorridos em sala de aula e que pudessem, segundo nossa visão, auxiliar-nos na interpretação das informações coletadas. Para tanto, os participantes da pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, autorizando o uso de suas falas e ações para o desenvolvimento da pesquisa, além disso, temos todo o processo de validação indicado pelo comitê de ética.

No processo de estruturação das questões contidas na entrevista,

² As demais fontes de dados, que constituem um amplo *corpus*, serão utilizadas para a elaboração de artigos, como desdobramentos desta tese.

foram elaboradas questões que possibilitavam aos participantes da pesquisa ‘ficarem à vontade para respondê-las’, visto que eles não haviam sido participantes de pesquisas neste formato até aquele momento. Desta forma, havia perguntas diversas anteriores à nossa questão central, bem como uma breve apresentação sobre o participante.

Para a entrevista, estruturamos uma questão (primária) desencadeadora ou deflagradora (Szymansky; Almeida; Prandini, 2008), que indagava: *Como você desenvolve suas atividades dentro e fora da sala de aula, relacionadas à disciplina de Fisiologia Humana e Biofísica?*

No capítulo a seguir, apresentamos alguns dados e descrevemos como ocorreu o processo de análise das informações obtidas por meio da questão deflagradora e das questões secundárias (singulares) a cada depoente. Também trazemos diversas representações obtidas por meio da Teoria dos Grafos como suporte de análise e interpretação dos elementos da rede de actantes formada.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo apresentamos os dados e buscamos descrever como realizamos a interpretação do que foi evidenciado pelos estudantes entrevistados. Por isso ele foi estruturado em duas seções, a primeira com esclarecimentos a respeito do movimento analítico, e a segunda com resultados provenientes desse movimento assumido.

4.1 CONSIDERAÇÕES ANALÍTICAS INICIAIS

Quando questionados, os estudantes descreveram suas ações relacionadas à disciplina. A seguir, para exemplificar as respostas obtidas, inserimos partes de dois relatos de estudantes da turma coletados durante a entrevista, o primeiro da estudante LN³ (2019⁴).

Dentro da sala de aula, além de ouvir a explicação da professora eu faço anotações o máximo que eu posso assim, sem que eu perca concentração no que ela ta falando, porque às vezes eu começo a copiar muito e não acompanho o andamento da aula em si, então eu anoto o que eu posso da forma mais simplificada possível do jeito que eu estou entendendo, [...] eu não costumo interferir em nada, eu deixo ela falar, eu não pergunto e, normalmente, também, não respondo, bem difícil eu responder alguma coisa. [...]. Eu costumo revisar o conteúdo pelo menos duas vezes na semana dessa matéria, eu pego o meu caderno e reviso lendo o livro, e também faço tipo flashcards com conceitos porque eu acho fácil estudar assim.

O segundo do estudante VC (2019).

[...] eu faço alguma pergunta para professora, faço poucas anotações, não faço muito, somente o que eu acho mais importante, [...] mas o básico mesmo e eu estudo a maior parte da matéria pelo livro, tenho pouco proveito nas aulas é mais pelo livro, à parte estudando, estudo entre um laboratório ou na biblioteca, em casa também, [...] e eu faço resumo dos livros, faço mapas, cito as palavras-chaves mais importantes pra estudar em outros dias [...] e a gente se reúne em grupo de amigos, eu JM, JA para discutir e ajudar um lembrar o outro das partes mais importantes ou que poderiam

³ Para manter o anonimato dos depoentes, eles foram codificados por meio da letra inicial de seu nome e da primeira consoante, no caso de repetições de códigos, considerávamos a consoante seguinte, até encontrarmos a diferenciação.

⁴ Como as entrevistas foram realizadas no ano de 2019, optamos por indicar o ano anexo ao código de cada licenciando.

cair na prova, conteúdo mais relevante da matéria, é desse jeito que eu vou estudando.

Destacamos, de antemão, que a identificação dos atores humanos e não humanos foi permitida por meio do aporte teórico da ANT e dos procedimentos metodológicos de análise dos dados, pois sua completude não teríamos como trazer em uma tese, pela extensão das transcrições e das notas de caderno de campo, indicaremos nas falas dos sujeitos de pesquisa as interpretações relativas aos atores humanos e não humanos.

Após a coleta, as entrevistas foram transcritas e foi realizada a fragmentação do texto, com o intuito de identificar os atores e as ações desempenhadas, para um posterior mapeamento da rede constituída em sala de aula. Detalhes a respeito dessas interpretações e das conclusões obtidas, também serão expostos durante a apresentação e a descrição da análise dos dados.

Com a finalidade de analisar os dados coletados e transcritos, escolhemos como referencial teórico-metodológico a Análise Textual Discursiva (Moraes, 2003). De acordo com esse referencial, os conteúdos textuais das entrevistas transcritas dos estudantes foram considerados nosso *corpus* de análise, para então ser submetido a fases delimitadas do processo analítico.

Considerando, portanto, os encaminhamentos da Análise Textual Discursiva (ATD), passamos à fase de desconstrução do *corpus*, que consiste em formar unidades referentes aos fenômenos a serem compreendidos. Este processo é denominado unitarização e compreende a desmontagem dos textos, segundo Moraes (2003).

Em seguida, assumindo o que nos apresenta o mesmo autor, para o processo de categorização foi necessário elaborar, então, as relações entre as unidades, ordenando os textos fragmentados, de forma que possibilitassem a compreensão dos elementos agrupados capazes de formarem as denominadas categorias.

Em suma, a categorização permitiu-nos reunir os elementos que apresentavam similaridade e, também, possibilitou-nos a delimitação, a nomeação e a elaboração das categorias, o que se deu por meio de um processo de idas e vindas à retomada das unidades de análise, ou seja, pelo retorno cíclico aos elementos fragmentados, construindo assim as categorias de uma forma gradativa e

compreensiva e estabelecendo os critérios para sua construção. Neste sentido, as categorias foram examinadas e aperfeiçoadas com precisão e exatidão, visto que retornamos aos fragmentos para a formação de sua homogeneidade dentro de cada categoria (Moraes, 2003).

De acordo com Moraes (2003), as categorias carecem de uma relação entre os objetivos e os objetos de análise, e assim, possibilitam melhor compreensão das ideias centrais expressas nos dados. Fato que consideramos para nossa construção.

Desta forma, optamos por assumir categorias *a priori*, criando, assim, categorias previamente elencadas mediante o aporte teórico da ANT. As categorias previamente estruturadas foram: “Excertos que mencionavam elementos referentes à sala de aula”; “Excertos que mencionavam elementos referentes a ambientes externos”; “Excertos que mencionavam elementos referentes à universidade”. Para todas as categorias *a priori*, obtivemos as seguintes subcategorias: “Atores humanos”; “Atores não humanos”; “Ações transportadoras na conexão”.

Neste processo de categorização, as categorias são construídas e assumidas antes de se examinar o *corpus* de análise, tendo como base de critérios as teorias que fundamentam o trabalho como um todo (Moraes, 2003).

Deste modo, de acordo com os pressupostos metodológicos da ATD, ao término da transcrição das entrevistas foi possível a desconstrução do *corpus* e a categorização dos fragmentos textuais em categorias específicas. Para o nosso caso, duas categorias, visando a identificação e a evidenciação de quando e se os estudantes e a professora geravam ações, de forma a estabelecer conexões e formar uma rede social em suas práticas, identificando, assim, os atores humanos e não humanos presentes no processo de ensino e de aprendizagem, os quais regiam o fluxo de ações na vivência coletiva.

Cabe esclarecer que a estrutura de uma rede social possibilita-nos a compreensão de uma sociedade ou um grupo social mediante a existência de nós e de ramificações (Marteleto, 2001), chamadas de arestas.

A percepção inicial do volume de dados e das conexões entre nós e arestas sugeriu a confluência das técnicas computacionais, a chamada Matemática dos grafos, unificando a ANT com os preceitos metodológicos da Análise de Redes Sociais (ARS). As propriedades dos nós vinculam-se à compreensão da rede à qual

estão estabelecidos, de uma forma recíproca, as propriedades da rede dependem da disposição e conexão dos nós (Venturini; Munk; Jacomy, 2018).

Para Marteleto (2001), um fator importante nas redes sociais é a centralidade dos atores na estrutura da rede, sendo ela (a centralidade) um fator que sinaliza para os atores mais atuantes na rede. Para mais detalhes sobre essa atuação, a centralidade pode ser caracterizada em três níveis: centralidade de grau; centralidade de intermediação; centralidade de proximidade.

De acordo com Marteleto (2001), a centralidade de grau representa as conexões que o ator realiza com outros atores, evidenciando o número de conexões diretas que cada ator faz na rede. Quanto maior o número de conexões, mais centralizado na rede o ator se apresenta. A centralidade por intermediação refere-se ao trajeto das informações e como elas transitam na rede. Por sua vez, a centralidade por proximidade estabelece que o nó mais central é aquele quando seu percurso na rede é menor para haver conexão com outros atores (Marteleto, 2001).

Na estrutura de rede, interpretamos como nós os atores constituintes da rede, já as arestas indicam a conexão entre eles. Com relação aos atores, parece claro que a capacidade de interferir nas ações dos outros atores amplia seu conjunto para além dos humanos, incluindo também os não humanos (Latour, 2012). Contudo, no que diz respeito às conexões estabelecidas cabem algumas reflexões.

Em princípio, as conexões seriam o objeto de investigação mais frutífero e, exatamente por isso, o mais complexo no conjunto de uma rede, por isso Arruda, Passos e Broietti (2021, p. 26) afirmam que:

[...] outro ponto a ser explorado diz respeito ao conceito de conexão, que deve ser aprofundado tanto teórica quanto experimentalmente. Enfatizamos aqui a conexão entre ações docentes e discentes no sistema formal de ensino, representado pelo triângulo didático. Supomos que a aprendizagem deve ser mais eficiente quando as ações estiverem conectadas.

Da mesma forma, Latour enfatiza a necessidade de investigação das conexões, por isso levanta três questões sobre elas:

[...] a primeira consiste em detectar o tipo de conexões que possibilitam o transporte de atuações a grande distância e compreender por que elas são tão eficazes na formatação do social. A segunda, em perguntar qual é a natureza das atuações assim transportadas e atribuir um sentido mais preciso à noção de mediador que venho utilizando. Finalmente, se este argumento sobre

conexões e conectores é correto, talvez possamos encarar uma consequência lógica a que já deve ter intrigado os leitores: o que existe entre as conexões? Até onde vai nossa ignorância a respeito do social? (Latour, 2012, p. 318).

Em convergência a isso, Corrêa *et al.* (2021, p. 113) afirmam que “[...] o ato de ensinar e o de aprender é fluxo, dinâmica, criação de conexões e agenciamentos, é fazer-se ‘nômade’ para transformar o território desconhecido em conhecido, em uma constante cartografia”.

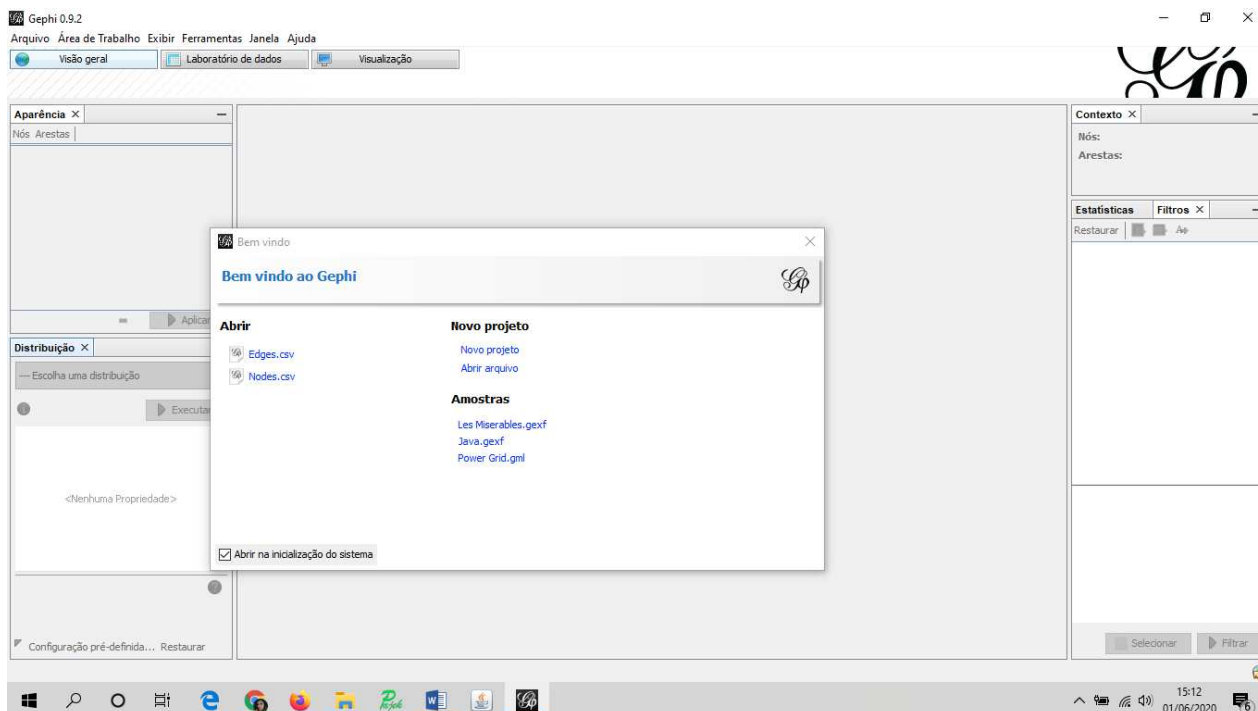
Deste modo, é possível inferir que estas conexões podem ser consideradas, entre outras coisas, como vias de transporte de ações, portanto, nesta investigação, concebemos as ações como algo vinculado às conexões, não como elemento determinante para a existência das conexões, mas como algo que de certa forma transita por elas.

Cabe ressaltar que, ao se considerar as conexões como transporte de ações, não se defende o estabelecimento de um princípio de ação e reação entre dois atores específicos, como causa e consequência. Deve-se ponderar sobre o fato que cada ator é um “[...] alvo de várias entidades que enxameiam em sua direção” (Latour, 2012, p. 75), portanto, crer em uma relação causa-efeito entre dois atores apenas seria retornar a uma análise pautada na Sociologia tradicional.

Para a criação da rede de actantes, utilizamos o *software* Gephi 0.9.2, que gera grafos representativos visualizados por nós e arestas. O Gephi 0.9.2, como já indicado anteriormente nesta tese, é um *software* de código aberto, utilizado para criação e visualização de grafos, com representações dinâmicas e hierárquicas. O programa permite que o usuário modifique e interaja com a rede de dados criada, evidenciando pela inserção dos dados, os padrões sociais da rede.

Sua interface é subdividida por campos, os quais permitem que o usuário crie sua rede e formate de acordo com sua necessidade para auxiliar na compreensão de seus dados. Para ilustrar sua interface gráfica, disponibilizamos uma captura da tela de abertura.

Figura 3 – Interface gráfica da tela inicial do *software* Gephi 0.9.2



Fonte: A autora.

Esclarecemos, a quem não tem familiaridade com a utilização deste *software*, que ele possui uma extensão própria de arquivos e possibilita ao usuário trabalhar com extensões de outros *softwares* atribuídos a ele.

A possibilidade mais utilizada no Gephi 0.9.2 é a criação de redes por arquivos CSV⁵. Assim, os dados armazenados poderão ser importados para o *software* e, em seguida, será criada a rede conforme os dados armazenados que foram importados. A tela inicial do Gephi 0.9.2 projeta suas ferramentas para a criação dos arquivos, e por meio do laboratório de dados, o usuário importa seus dados em arquivo CSV para gerar seus grafos.

Para a importação dos arquivos CVS, foi necessário a criação de planilhas no editor de planilhas Excel, produzido pela Microsoft e integrante de seu pacote de aplicativos. Criamos duas planilhas em uma mesma pasta, salvas de forma individual.

A primeira planilha elaborada continha duas colunas, na qual a primeira coluna foi denominada como 'Label' (refere-se àquilo que indicamos para ser classificado) e inserimos os atores identificados nas falas dos entrevistados. A

⁵ No formato CVS (*Comma Separated Values*), os arquivos armazenam os valores separados por vírgula, e agrupam informações e/ou dados de arquivos de texto em planilhas, no qual são comumente usados como banco de dados entre aplicativos ou até mesmo entre planilhas.

segunda coluna, denominada de 'ID' (refere-se ao código de identificação), enumerou os atores identificados. Esta planilha inicial foi salva com o nome de arquivo 'Nodes' (nós), no formato de arquivo CVS.

A segunda planilha continha quatro colunas. A primeira coluna foi nomeada como 'Source' (remete ao ponto de partida), e inserimos os números de cada ator da planilha anterior, de forma que cada ator interage com outro ator. A segunda coluna recebeu o nome de 'Target' (remete à interação feita com outro ator, ou seja, o alvo) e inserimos o destino da interação entre os atores. Para a terceira coluna, denominada de 'Type' (que se refere ao tipo ou padrão da interação), em que as linhas receberam a informação 'Directed', pois todas as interações ocorreram de forma direta entre os atores. Por fim, a quarta coluna recebeu o nome de 'Weight' (nela tem-se o grau de influência), e o número 1 em todas as linhas, visto que suas interações foram diretas e influenciam atores de maneira direta, um seguido do outro. Esta segunda planilha foi salva com o nome de arquivo 'Edges' (arestas) no formato de arquivo CVS.

Para gerar o grafo representativo da rede de atores no *software* Gephi 0.9.2, fez-se necessário abrir o campo 'laboratório de dados' e inserir as duas planilhas arquivadas no formato CVS. Desta forma, o grafo foi gerado e visualizado no campo 'visualização' e projetado na tela do *software*.

Os sujeitos participantes da pesquisa tiveram seus nomes omitidos, em função da manutenção do anonimato, deste modo, para identificá-los durante o processo analítico elaboramos alguns códigos que os representassem. A professora foi codificada por P e os cinco estudantes selecionados para compor os dados explicitados nesta tese receberam a seguinte denominação: AN, LC, LN, JM e VC. Codificação que traz a primeira letra de cada nome seguida da primeira consoante, como já esclarecido.

Após a transcrição das entrevistas, formou-se nosso *corpus* de análise, o qual nos possibilitou a interpretação das informações coletadas por meio de dois movimentos, ambos inspirados na ATD, com a intenção de identificarmos os atores humanos e não humanos.

O primeiro movimento ocorreu mediante a desfragmentação do *corpus* de análise, contendo a elaboração de duas categorias *a priori*, estabelecidas a partir da fundamentação da ANT (abordada de forma breve neste artigo), na qual identificamos os atores humanos e não humanos, formando assim nossas categorias

de análise.

Após a identificação, foram elaboradas as planilhas, como descrito em momentos anteriores desta seção, momento em que importamos para o *software* de geração de grafos Gephi 0.9.2.

O segundo movimento resultou no mapeamento dos atores, no qual utilizamos o *software* Gephi 0.9.2 para elaborar o grafo representativo da rede de atores ilustrando as interações sociais, neste caso, associados ao transporte de ações entre uma rede de estudantes e professora.

No quadro a seguir, os dados, após os procedimentos metodológicos vinculados à ATD, são apresentados da seguinte forma: na primeira coluna temos os excertos extraídos das falas da professora e dos estudantes, com a codificação do sujeito de pesquisa entrevistado, também existe diferenciação de cores em algumas palavras (**vermelho** para ações desempenhadas, **verde** para coletivos⁶ mencionados, **lilás** para os não humanos e **azul** para os humanos envolvidos na relação); a segunda coluna é composta pelos atores humanos presentes nas falas (destacados em **azul**); na terceira coluna estão presentes os atores não humanos (tingidos em **lilás**); e na quarta coluna estão expostas as ações desempenhadas, normalizando as expressões utilizadas em categorias de ações.

Antes de verificarmos todos esses destaques no Quadro 1, cabe recapitular que temos dois conjuntos de categorias *a priori*: “Atores humanos e não humanos”, utilizadas primariamente para o que explicitamos neste momento; “Excertos que mencionavam elementos referentes à sala de aula”; “Excertos que mencionavam elementos referentes a ambientes externos”; “Excertos que mencionavam elementos referentes à universidade”, as quais nos levaram a delimitar o quadro por três sombreamentos na cor **cinza**, que podem ser verificados na continuidade.

Quadro 1 – Atores e ações mencionadas pelos entrevistados

⁶ Coletivos são agrupamentos de humanos, não humanos e híbridos.

	Atores humanos	Atores não humanos	Ações transportadas na conexão
Excertos que mencionam elementos referentes à sala de aula			
AN – Eu faço anotações do que a professora fala na aula.	AN Professora	Anotação	Elaborar
AN – Têm vezes que a gente debate entre três amigas, eu, a BR e a GB .	AN BR GB		Debater
JM – Eu converso com o VC e com o JS . Tem a AN também que eu converso bastante (se reúnem para estudar).	JM VC JS AN		Conversar
JM – Eu não gosto muito de escrever, eu prefiro prestar atenção na aula, vê tudo o que a professora fala.	JM Professora		Atentar
LC – Eu converso com os demais alunos da sala antes da prova [...].	LC Alunos		Conversar
LC – Ouçó as falas da professora e presto atenção no que ela fala.	LC Professora		Atentar
LN – Ouvir a explicação da professora [...].	LN Professora		Atentar
P – O mais próximo possível deles né, próximo da realidade do aluno (ao elaborar as aulas)	Professora Alunos		Elaborar
P – Temos que estar atualizando os nossos alunos (com relação à divulgação de pesquisas relacionadas ao conteúdo).	Professora Alunos	Pesquisas Conteúdo	Atualizar
VC – [...] eu faço alguma pergunta para professora (quando tem questionamento dentro da sala de aula).	VC Professora		Perguntar
VC – A gente se reúne em grupo de amigos, eu, JM , e o JS .	VC JM JS		Reunir
Excertos que mencionam elementos referentes aos ambientes externos			
P – Produzidos por outros pesquisadores (com relação à divulgação de pesquisas relacionadas ao conteúdo).	Professora Pesquisadores	Pesquisas Conteúdo	Divulgar
P – De outros professores e pesquisadores (com relação aos vídeos relacionados ao conteúdo em sala de aula).	Professora Professores Pesquisadores	Vídeos Conteúdo	Utilizar
JM – Estudar em casa* (quando lê o livro para elaborar seus resumos).	JM	Livros Resumos Casa	Estudar Elaborar
LC – Pra estudar em casa* .	LC	Casa	Estudar
LN – Eu tento dar um jeito de estudar no meu trabalho porque eu	LN	Mercearia	Estudar

trabalho [...] em um comércio, é uma mercearia* .			
P – Buscar dentro daquilo que a gente está trabalhando é, o que está acontecendo, de divulgação de pesquisas que eles não têm acesso ainda né [...].	P	Pesquisas	Divulgar
P – Inclusive nós temos vídeos é, que são produzidos em outras instituições* que nos ajudam [...].	P	Vídeos Outras Instituições	Utilizar
P – As aulas e atividades são preparadas no período em que eu estou na universidade* ou em casa* [...].	P	Aulas Atividades	Elaborar
VC – [...] em casa* também (local de estudo).	VC	Casa	Estudar
Excertos que mencionam elementos referentes à universidade			
AN – A gente debate os assuntos um dia antes da aula da prova , lá na biblioteca* . Mas só depois que todo mundo já estudou o conteúdo .	AN Todo mundo	Prova	Debater Estudar
AN – Eu faço anotações do que a professora fala na aula [...].	AN Professora	Anotações Aula	Elaborar
AN – Para estudar para a prova eu pego as minhas anotações e faço outra anotação , e vou ler o livro só o que eu entendi [...] leio só o tópico, não leio o capítulo inteiro [...]. Então eu aprendo escrevendo . Se eu entendi bem, eu consigo falar comigo sozinha, debatendo sozinha.	AN	Prova Anotações Livro	Estudar Elaborar Ler Debater
AN – Eu estudo aqui no Gecon* e em casa* (GECON refere-se ao Laboratório de Genética e Conservação, no qual AN é estagiária).	AN	Gecon Casa	Estudar
JM – Às vezes eu converso com meus amigos sobre o assunto e tal, me ajuda bastante também esse debate pra eu poder ter um conhecimento melhor sobre o conteúdo [...].	JM Amigos	Conteúdo	Conversar Debater
JM – Eu gosto de pegar o livro de fisiologia [...], aí eu pego e faço meus resumos , e junto os conhecimentos que eu obtive prestando atenção mais a leitura .	JM	Livro Resumo Conhecimentos	Elaborar Atentar Ler Agrupar
JM – Também uso bastante a internet* para fazer pesquisas às vezes algumas coisas que eu não entendo eu vou lá e procuro [...].	JM	<i>Internet</i>	Pesquisar

LC – Eu estudo pelas minhas anotações que eu faço em sala de aula, por meio dos slides que ela [Professora] passa na aula [...].	LC Professora	Anotações <i>Slides</i>	Estudar Elaborar
LC – Leio o livro que baixei pela internet* , o Silverthorn (autor de livros da área de Fisiologia Humana).	LC Silverthorn (autor)	Livro	Ler Acessar
LN – Costumo revisar o conteúdo pelo menos duas vezes na semana nessa matéria, eu pego meu caderno e reviso lendo o livro , e faço tipo flashcards com conceitos porque eu acho fácil estudar assim [...].	LN	Conteúdo Caderno Livro <i>Flashcards</i> Conhecimentos	Revisar Ler Elaborar Estudar
P – A gente trabalha com vídeos (pelo fato de não poder trabalhar com animais para aulas práticas).	P	Vídeos	Utilizar
P – Eu atualizo as minhas aulas com informações novas de edições de livros , é, recentes né, sempre buscando a acrescentar e exemplificar pra eles [alunos] [...].	P Alunos	Livros	Atualizar Exemplificar
P – A gente sempre busca o conhecimento da zoologia e da fisiologia humana, que a gente traz para essa disciplina [...].	P	Disciplina	Pesquisar
P – Utilizo a bibliografia né pra poder preparar , é penso muito na questão assim de sempre ter questões né que eu possa colocar na avaliação , que tenha é, nível fácil, médio e mais difícil [...].	P	Livros Avaliação	Utilizar Elaborar
VC – [...] eu faço alguma pergunta para professora (quando tem questionamento dentro da sala de aula).	VC Professora		Perguntar
VC – Para discutir e ajudar um lembrar o outro das partes mais importantes ou que poderia cair na prova , conteúdo mais relevante (com relação ao estudo em grupo).	VC Amigos	Avaliação Conteúdo	Discutir Lembrar
VC – Dentro da sala* é, assistindo as aulas .	VC	Aula	Atentar
VC – Então a gente, como cada um tem um laboratório* , trabalha em um laboratório* diferente, depende do dia, às vezes [...], pode ser no que eu trabalho ou no que eles trabalham, mas é sempre nos laboratórios* a gente conversa sobre a matéria ou um levanta um questionamento e os três começam a debater sobre isso,	VC Amigos	Conteúdo Laboratório	Conversar Questionar Debater Explicar

explica o ponto de vista ou o que ele já aprendeu, [...].			
VC – Eu estudo a maior parte da matéria pelo livro [...] estudo em um laboratório* ou no laboratório*, [...].	VC	Matéria Livro	Estudar
VC – Faço resumo dos livros , faço mapas , cito as palavras-chaves mais importantes para estudar em outros dias.	VC	Resumos Livros Mapas	Elaborar Estudar

Fonte: A autora.

Na próxima seção inserimos os resultados da organização dos dados simulados no Quadro 1 e projetamos as representações, cientes de que nossas escolhas poderiam ter sido outras com relação ao movimento com as categorias, fato que resultaria em modificações visuais dos resultados obtidos.

4.2 INTERPRETAÇÕES E REPRESENTAÇÕES

O grafo apresentado a seguir (Figura 4), representa a rede de conexões extraídas das entrevistas dos atores, conforme a organização realizada no Quadro 1. Ele foi elaborado a partir de um algoritmo utilizado no programa *Ghephi* chamado *Yifan Hu*, que tem como principal característica apresentar a centralidade dos atores mais importantes e apresentar uma estrutura multinível que se assemelha a agrupamentos.

Desta forma, no grafo os nós representam os actantes (os nós azuis são os humanos e os amarelos não humanos) e as arestas representam as conexões, que neste caso transportaram ações desempenhadas pelos actantes. Como exemplo, o actante *VC* conecta-se ao coletivo de *Amigos* a partir da ação *Discutir*; também, conecta-se ao actante *Laboratório* por meio da ação *Estudar*; da mesma forma a ação *Elaborar* o conecta ao actante *Resumo*.

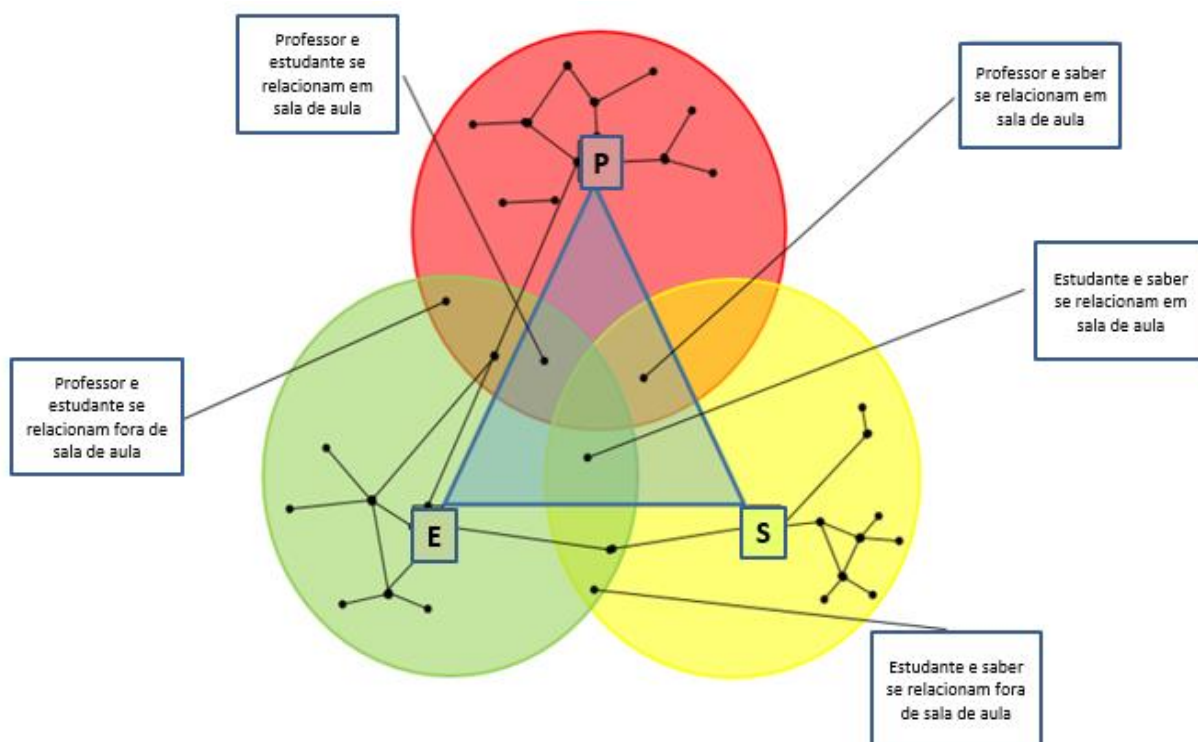
Os nós apresentam tamanhos diferentes devido à quantidade de conexões de entrada, ou seja, as conexões vêm de outros nós até ele. No caso, *P* tem tamanho maior que os outros porque recebeu mais conexões que os demais, ou seja, nas entrevistas foi o mais mencionado. Atendem-se às cores indicadas anteriormente, nos círculos **azuis** temos os atores humanos e nos círculos **lilás** os não humanos.

conectados, em seus processos de aprendizagem, a outros atores, tais quais *Cadernos, Livros, Resumos, Laboratório, Anotações, Conteúdos* etc. Os estudantes ainda se conectam entre si, levando-nos a concluir que sua aprendizagem tem relação e está em conexão com a rede de atores envolvidos.

É possível inferir, portanto, que a conexão não é apenas do Professor com o Saber e os Estudantes, conforme o triângulo didático-pedagógico representa e delimita, mas sim extrapola o triângulo como o ator-rede Professor, ator-rede Estudante e ator-rede Saber, criando um fluxo de formação de grupos.

Na Figura 5, buscou-se evidenciar a formação da rede com uma interface inspirada no triângulo didático-pedagógico, formando então a rede didático-pedagógica, que pode se configurar como um dos resultados da investigação que realizamos. Os elementos constituintes desta rede serão descritos na continuidade, para que, posteriormente, possamos compreender o que nela sistematizamos.

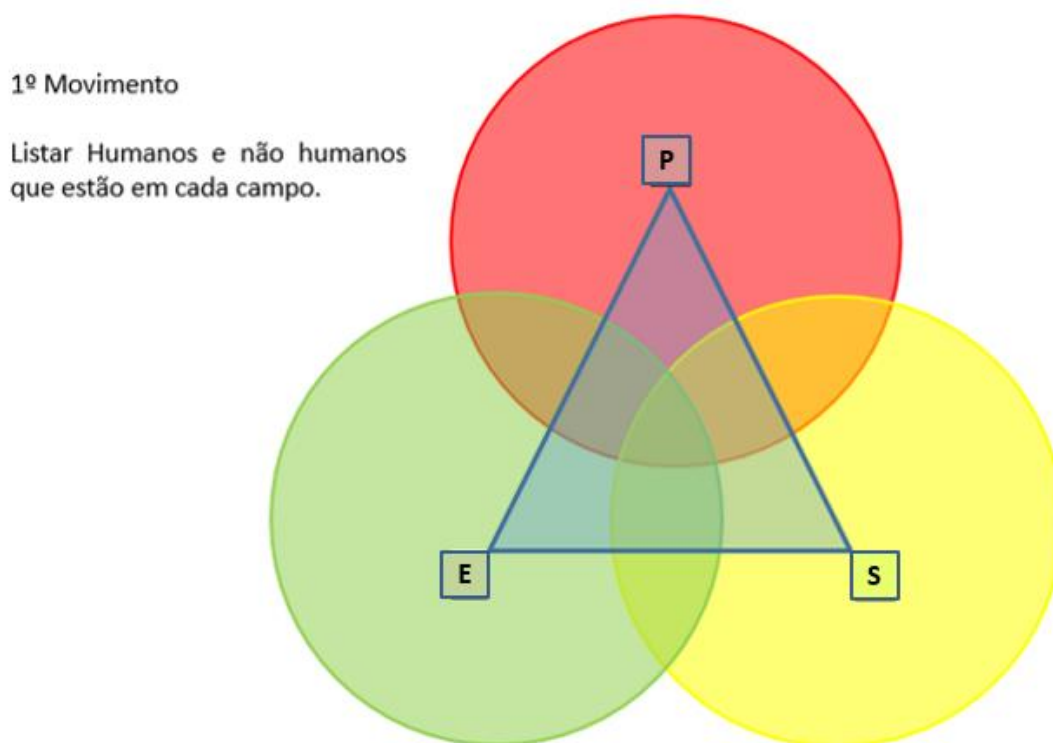
Figura 5 – Relações das ações formadoras da rede didático-pedagógica



Fonte: A autora.

Para a formação da rede didático-pedagógica e sua interpretação, foi necessário realizar alguns movimentos para identificar como ela se estabelecia, para isso pautamo-nos na descrição das ações que analisávamos, o que permitiu gerar o grafo representativo da rede em sala de aula. Assim, apresentamos a seguir os movimentos necessários para a interpretação da rede, trazendo três movimentos.

Figura 6 – Primeiro movimento para geração da rede didático-pedagógica

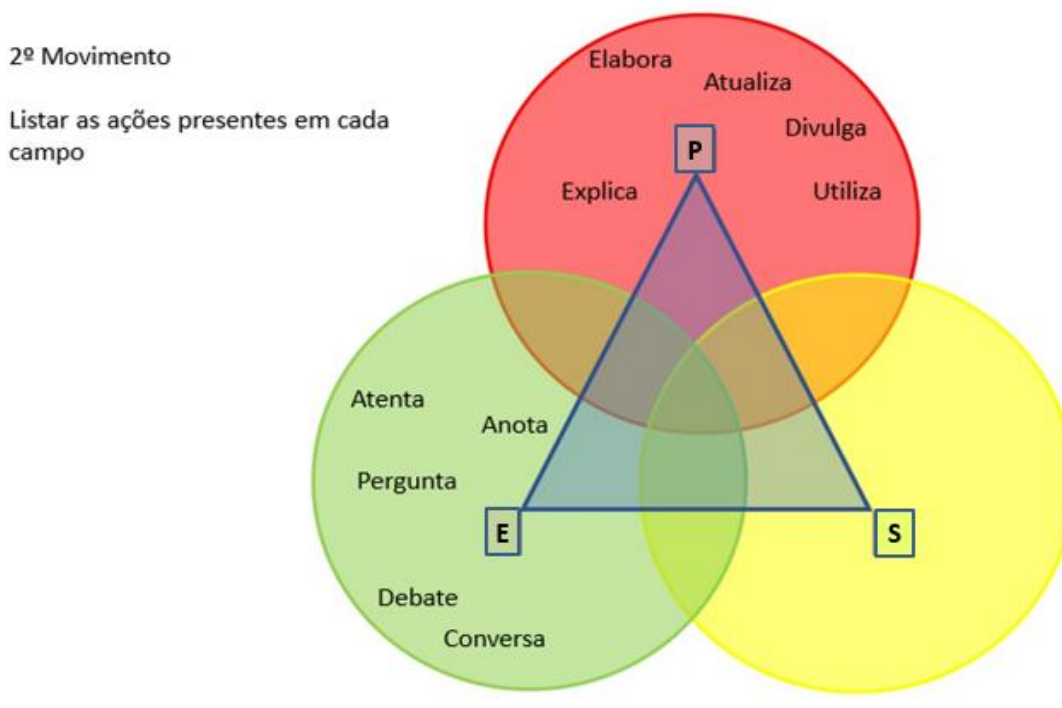


Fonte: A autora.

Para o primeiro movimento, listou-se de forma abrangente os atores humanos e não humanos em cada campo de interface da rede didático-pedagógica. Observem que, inspirados pelo Triângulo que trouxemos na Figura 1, elaboramos esta representação que considera 'campos' destacados por círculos coloridos em torno dos significantes expostos originalmente – P, E e S.

No segundo movimento, representado na Figura 7 exposta a seguir, iniciamos a listagem das ações em cada campo de interface da rede didático-pedagógica.

Figura 7 – Segundo movimento para geração da rede didático-pedagógica

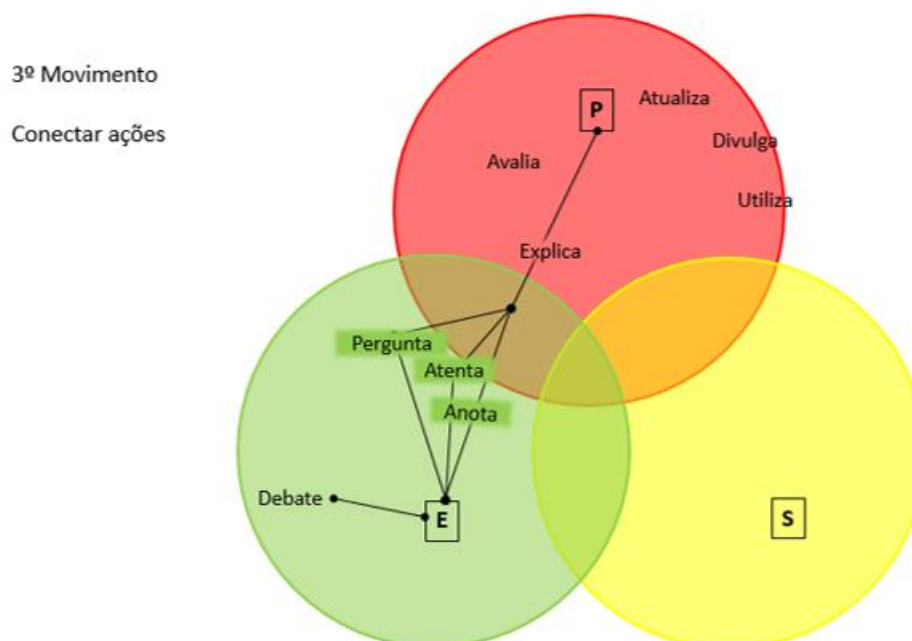


Fonte: A autora.

Neste segundo movimento, ilustramos com as ações para P e E, de acordo com o descritivo de suas próprias falas. Tal fato possibilitou uma interpretação reflexiva das ações formadoras da rede.

Para o terceiro movimento, foi necessário conectar as ações realizadas por P e E. Para isso, efetuamos, de forma sucessiva, diversos caminhos, para que houvesse conectividade e relações com as ações formadoras da rede.

Figura 8 – Terceiro movimento para geração da rede didático-pedagógica



Fonte: A autora.

O ato de interligar as ações dos sujeitos possibilita a triangulação das ações conectoras na rede. Ao longo deste processo de conectar as ações na rede para geração do grafo, ocorre a constituição de nós e arestas mencionadas anteriormente na Teoria dos Grafos. Para tanto, inicia-se uma interpretação por campo da rede didático-pedagógica, como demonstrado na figura a seguir.

Nela temos em evidência o campo relativo a P (a professora) que está no interior do círculo localizado mais à direita da representação e o campo dos estudantes, mais à esquerda e abaixo, em que temos diversos círculos menores azuis com os códigos que destinamos a eles. Nesta representação todos os círculos menores na cor azul dizem respeito a atores humanos. Os não humanos, foram padronizados pelo programa utilizado em cor amarela.

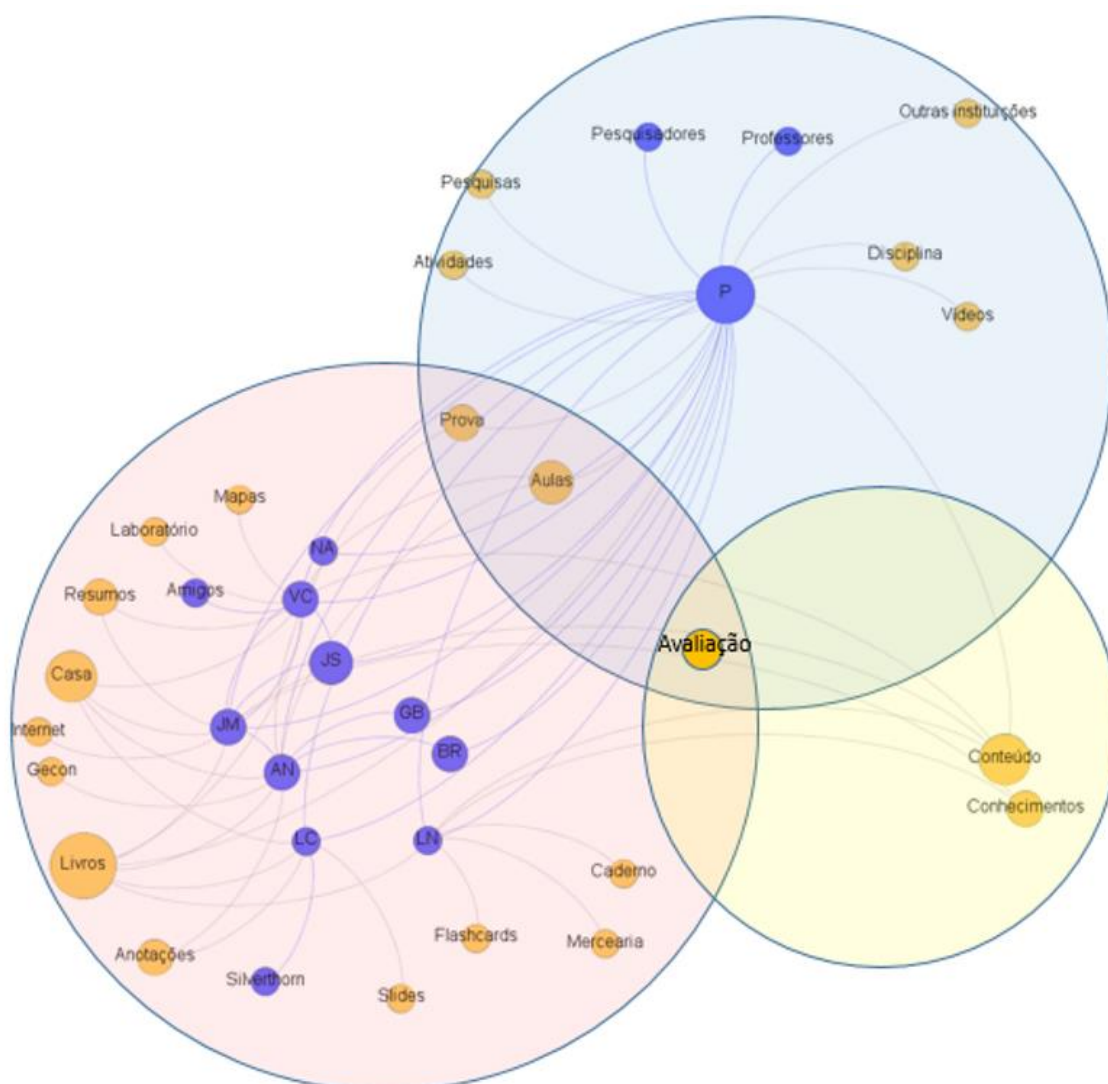
rede didático-pedagógica, sem característica de forma da geométrica específica da qual partimos.

Cabe observar no grafo anterior que na interseção dos campos gerados para P e para E (os estudantes) temos elementos Prova, Aulas e Conteúdo.

A seguir, inserimos a rede gerada, que considerou as ações conectivas de cada sujeito da pesquisa, que foram inseridas nos dados disponibilizados no programa utilizado. Quando ‘alimentamos’ o programa com essas informações, que são provenientes das ações, a representação se altera. O resultado disso pode ser observado na Figura 10.

Para esta representação temos a evidenciação de mais um campo, que representa o saber – S. Neste caso, em função das respostas obtidas a partir das entrevistas realizadas, ele foi significado pelas seguintes descrições: Avaliação, que está presente na interseção dos três campos e Conteúdo e Conhecimento, evidente somente no campo do próprio Saber.

Figura 10 – Rede didático-pedagógica para a sala de aula estudada



Fonte: A autora.

Mediante a rede didático-pedagógica gerada e expressa por meio do grafo, pode-se depreender que tanto professor quanto estudantes possuem percepção da necessidade de envolvimento de outros atores no processo de ensino e de aprendizagem para além deste núcleo, percepção corroborada pela preocupação da professora em *Atualizar* os estudantes sobre as novas *Pesquisas* da área e o uso de aulas em *Vídeo* elaboradas por outros *Professores*. De forma semelhante, os estudantes também assinalam como recurso de aprendizagem a *Conversa*, o *Debate*, *Elaborar Resumos*, *Ler Livros*, *Pesquisar na Internet* etc., como formas de aprender.

Isso posto, é possível compreender os processos anteriormente mencionados pela ótica de Latour e Venturini, considerando o ensino e a

aprendizagem como relações com o saber. Mesmo que os atores não apresentem (a partir dos dados coletados) discordâncias entre si, é plausível que ao menos exista uma dissonância entre eles.

Embora o objetivo final seja que os estudantes aprendam um saber, neste ponto não existindo divergência, nota-se que para este saber a ser ensinado e aprendido, os actantes precisam atuar, se agrupando com outros actantes e criando coletivos que não envolvam apenas professor e estudantes. Ensinar um saber que, segundo a professora, precisa estar sempre atualizado e conectado com pesquisadores e outros professores, não permite o fechamento da caixa preta e a estabilização da rede. Para aprender um novo saber, segundo os estudantes, não é suficiente apenas atentar às aulas (embora necessário), mas também se associar com pares (humanos) e não humanos.

Perante as ações tanto para P e E, demonstramos que o processo de ensino e de aprendizagem gera um campo abrangendo as três perspectivas (P, E, S), que é o ator não humano “Avaliação”. Para os estudantes, é de suma importância realizar suas ações para que tenham um bom desempenho no sistema avaliativo. Para a professora, se faz necessário, além da mobilização de seu repertório de saberes, o contato constante com pesquisadores e professores de outras instituições, para compartilhamento das pesquisas recém-desenvolvidas na área, para que o estudante obtenha um bom desempenho na avaliação/prova.

Ressalte-se, portanto, que o ensinar envolve diversas ações subjacentes que são transportadas nas conexões tecidas na rede, e este processo é constantemente reconfigurado com o estabelecimento, quando necessário, de novas conexões e da formação de novos grupos, assim como o aprender, que também se mostrou como processo de estabelecimento de vínculos.

Ambos, ensinar e aprender, mostraram-se, no caso da pesquisa que desenvolvemos e com os participantes que tivemos, como processos dinâmicos de agenciamentos e conexões com humanos e não humanos, ilustrando que o aprender ocorre em rede pela ação de atores-rede.

No capítulo a seguir, trazemos nossas considerações conclusivas a respeito da investigação realizada, procurando retomar a intenção de pesquisa – que foi gerar uma representação da sala de aula interpretada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a constituição desta tese, propusemo-nos a elaborar uma representação da sala de aula, baseada na Teoria Ator-Rede (ANT). Para tal, selecionamos uma turma de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas de uma universidade estadual paranaense.

Para nortear nossa caminhada na pesquisa formulamos duas questões e um objetivo que descrevemos a seguir:

Questão 1 – De que maneira está traçada a rede de atores, considerando estudantes, professor e demais objetos, em aulas de uma disciplina de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas?

Questão 2 – Como o conhecimento e a aprendizagem são produzidos nesta rede?

Objetivo – Identificar os principais actantes e suas ações na rede em que ocorre o processo de ensino e aprendizagem, conectando actantes humanos e não humanos em uma sala de aula.

Para o desenvolvimento desta tese, fundamentamo-nos na Teoria Ator-Rede (ANT) apresentada por Latour (2012), objetivando demonstrar uma identificação e caracterização dos atores humanos e não humanos em uma sala de aula estruturada e formadora de uma rede social.

Os dados foram coletados em uma universidade estadual do estado do Paraná, com estudantes e uma professora da disciplina de Fisiologia Humana e Biofísica de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

A análise dos dados foi realizada mediante a Análise Textual Discursiva (Moraes, 2003) e por meio de dois movimentos interpretativos. O primeiro resultou na categorização de atores humanos e não humanos, na qual destacamos um maior número de identificação de atores não humanos presentes nas ações dos atores e suas conexões na rede.

Já o segundo movimento, resultou na elaboração de um grafo dos atores presentes na sala de aula, representada pelos sujeitos analisados, no qual destacamos a professora como ator mediador de ações e mobilizador do fluxo de ações dos demais atores componentes da rede junto aos estudantes, que por sua vez realizaram novas conexões com demais atores humanos e não humanos, com o intuito de promover suas aprendizagens com relação aos conteúdos da disciplina.

Mediante o exposto, com a identificação dos atores humanos e não humanos e suas disposições na rede, possibilitou-nos compreender as conexões entre este conjunto de atores, os quais estão conectados entre si. Muitas vezes, a professora representou “uma ponte geradora” das demais conexões.

A identificação dos atores humanos e não humanos e suas disposições na rede, possibilitou-nos compreender as conexões entre este conjunto de atores, os quais estão conectados entre si. Muitas vezes, a professora representou “uma ponte geradora” das demais conexões.

Para tanto, interpretamos a estrutura de rede formada, como o resultado de associações e influências de variados atores (humanos e não humanos). Assim, a nossa percepção é de que as ações dos atores geraram conexões relacionadas ao processo de ensino e de aprendizagem, configurados pelo ambiente da sala de aula e as relações interpessoais dos atores humanos para a produção do conhecimento.

Como desdobramentos futuros, objetiva-se a análise dos demais *corpus* gerados ao longo desta pesquisa, como as aulas vídeo gravadas, por exemplo, para que possamos interpor as redes didático-pedagógicas para esta sala de aula, sobretudo, ampliando as pesquisas relacionadas entre a ANT e o Ensino de Ciências.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M.; BROIETTI, F. C. D. The Research Program on Teacher Action, Student Action and their Connections (PROACTION): Fundamentals and Methodological Approaches. **Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, Cornélio Procópio, v. 5, n. 1, p. 215-246, 2021.
- ARRUDA, S. M.; LIMA, J. P. C.; PASSOS, M. M. Um novo instrumento para a análise da ação do professor em sala de aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v.11, p.139-160, 2011.
- ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M. Instrumentos para a análise da relação com o saber em sala de aula. **Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, Cornélio Procópio, v. 1, p. 95-115, 2017.
- BACCON, A. L. P. **Um ensino para chamar de seu**: uma questão de estilo. 2011. 153 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, 2011.
- BARABÁSI, A, L. **Network Science**. Cambridge: University Press, 2016.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria geral dos sistemas**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, R. K. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.
- BROIETTI, F. C. D.; LOPES, A. S.; ARRUDA, S. M. Evasão e permanência em uma licenciatura em química: um estudo à luz da matriz do estudante. **Interfaces da Educação**, [S. l.], v. 10, p. 468-496, 2019.
- CALLON, M. Actor-Network Theory – The Market Test. **The Sociological review**, [S. l.], v. 47, n. 1 suppl., p. 181-195, 1999.
- CHARLOT, B. **Da relação com o saber**: elementos para uma teoria. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica**: del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2005.
- CILLERS, P. Boundaries, hierarchies and networks in complex systems. **International of Innovation Management**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 135-147, 2001.
- CORRÊA, H. E. R.; ARRUDA, S. M.; PASSOS, M. M.; FIORUCCI, R. Reagregando a aprendizagem: uma perspectiva a partir da teoria Ator-rede. In: CORRÊA, H. E. R.; FIORUCCI, R.; PAIXÃO, S. V. (org.). **Educação (integral) para o século XXI**: cognição, aprendizagens e diversidades. Bauru: Gradus Editora, 2021. p. 99-118.
- DANGUI, A. C. M. **A teoria ator-rede e o ensino de Ciências no Brasil**: uma revisão sistemática dos artigos publicados nos últimos 20 anos. 2022. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2022.

ELDER-VASS, D. Actor-network theory. *In: SAGE Research Methods Foundations and Encyclopedia*. Sage Publications, 2019.

FENWICK, T.; EDWARDS, R. **Actor network theory in education**. London: Routledge, 2010.

FRIESEN, N.; OSGUTHORPE, R. Tact and the Pedagogical Triangle: The Authenticity of Teachers in Relation. **Teaching and Teacher Education**, [S. l.], v. 70, p. 255-264, 2018.

GAUTHIER, C.; MARTINEAU, S.; DESBIENS, J. F.; MALO, A.; SIMARD, D. Por uma Teoria da Pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Ijuí: Unijuí, 2006.

GAUTHIER, C.; TARDIF, M. **A Pedagogia: teorias e práticas da antiguidade aos nossos dias**. Petrópolis: Vozes, 2013.

GRIBKOVSKAIA, I.; HALSKAU, O. S.; LAPORTE, G. The brighges of konigsberg – a historical perspective. **Networks – An International Journal**, [S. l.], v. 49, n. 3, p. 199-203, 2007.

GUERRA, I. C. **Pesquisa qualitativa e análise de conteúdo: sentido e formas de uso**. Portugal: Principia Editora, 2006.

HOUDART, S. Humanos e não humanos na antropologia. **Ilha Revista de Antropologia**, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 13-29, 2015.

HOUSSAYE, J. Prazer. **Currículo sem Fronteiras**, Brasília, v. 7, n. 2, p. 71-77, 2007.

LATOURETTE, B. **A Esperança de Pandora: Ensaio sobre a realidade dos estudos científicos**. Bauru: EDUSC, 2001.

LATOURETTE, B. **Jamais fomos modernos**. Rio de Janeiro: Ed. 34, 2000.

LATOURETTE, B. **Reagregando o social: uma introdução à teoria do Ator-Rede**. Bauru, São Paulo: Edusc, 2012.

LAW, J. **Actor network theory and material semiotics**. Lancaster: Centre for Science Studies, Lancaster University, 2009.

MARCELO-GARCIA, C. **Formação de professores: para uma mudança educativa**. Porto: Porto Ed., 1999.

MARTELETO, R. M. Análise de redes sociais: aplicação nos estudos de transferência da informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 71-81, 2001.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de

múltiplas faces. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

NOBRE, J. C. de A.; PEDRO, R. M. L. R. Reflexões sobre possibilidades metodológicas da Teoria Ator-Rede. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, v. 14, p. 89-94, 2010.

NÓVOA, A. **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1997.

PIMENTA, S. G. **Didática, currículo e saberes escolares**. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2000.

PIRES, A. De quelques enjeux épistémologiques d'une methodology générale pour les sciences sociales. *In*: DANS POUPART, J.; DESLAURIERS, J. P.; GROULX, L. H.; LAPERRIERE, A.; MAYER, R.; PIRES, A. **La recherche qualitative, enjeux épistémologiques et méthodologiques**. Canadá: Gaëtan Morin, 1997.

POPPER, K. **Conhecimento objetivo**. Belo horizonte: Itatiaia, 1975.

RITZER, G. **Encyclopedia of social theory**. Thousand Oaks: Sage Publications, 2005.

SANTAELA, L.; CARDOSO, T. O Desconcertante conceito de mediação técnica em Bruno Latour. **Matrizes**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 167-185, 2015.

SZYMANSKI, H.; ALMEIDA, L. R. de; PRANDINI, R. C.A. R. **A entrevista da pesquisa em educação: a prática reflexiva**. Brasília: Liber Livro Editora, 2008.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 17. ed., Petrópolis: Vozes, 2014.

VENTURINI, T. Building on faults: how to represent controversies with digital methods. **Public Understanding of Science**, Berlim, v. 21, n. 7, p. 796-812, 2012.

VENTURINI, T. Diving in magna: how to explore controversies with actor-network theory. **Public understanding of Science**, Berlim, v. 19, n. 3, p. 258-273, 2010.

VENTURINI, T.; LATOUR, B. The Social fabric: digital traces and quali-quantitative methods. **Proceedings of future em seine**, [S. l.], 2010.

VENTURINI, T.; MUNK, A.; JACOMY, M. Ator-rede versus Análise de Redes versus Redes Digitais: falamos das mesmas redes? **Galáxia (São Paulo)**, São Paulo, n. 38, p. 5-27, 2018.