

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PÓS GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

ALESSANDRA SANTA CLARA DA COSTA

CONSTRUÇÃO DE ILHA DE RACIONALIDADE BASEADA NA
TEMÁTICA FORMIGAS: UMA EXPERIÊNCIA PARA PROFESSORES
DE CIÊNCIAS EM FORMAÇÃO INICIAL

DISSERTAÇÃO

PONTA GROSSA
2019

ALESSANDRA SANTA CLARA DA COSTA

**CONSTRUÇÃO DE ILHA DE RACIONALIDADE BASEADA NA
TEMÁTICA FORMIGAS: UMA EXPERIÊNCIA PARA PROFESSORES
DE CIÊNCIAS EM FORMAÇÃO INICIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin
Coorientador: Prof. Dr. Danislei Bertoni

PONTA GROSSA

2019

Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Biblioteca
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa
n.46/19

C837 Costa, Alessandra Santa Clara da

Construção de ilha de racionalidade baseada na temática formigas: uma experiência para professores de ciências em formação inicial. / Alessandra Santa Clara da Costa. 2019.

86 f.; il. 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin

Coorientador: Prof. Dr. Danislei Bertoni

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019.

1. Formigas. 2. Abordagem interdisciplinar do conhecimento. 3. Complexidade (Filosofia). 4. Ensino - Metodologia. 5. Professores - Formação. I. Miquelin, Awdry Feisser. II. Bertoni, Danislei. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Título.

CDD 507

Elson Heraldo Ribeiro Junior. CRB-9/1413. 05/06/2019.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus de Ponta Grossa



FOLHA DE APROVAÇÃO

Título de Dissertação Nº **151/2019**

CONSTRUÇÃO DE ILHA DE RACIONALIDADE BASEADA NA TEMÁTICA FORMIGAS: UMA EXPERIÊNCIA PARA PROFESSORES DE CIÊNCIAS EM FORMAÇÃO INICIAL

por

ALESSANDRA SANTA CLARA DA COSTA

Esta dissertação foi apresentada às 14 horas, do dia **28 de fevereiro de 2019**, como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, com área de concentração em Ciência, Tecnologia e Ensino, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof.^a Dr.^a Ana Lúcia Crisóstimo
(UNICENTRO)

Prof.^a Dr.^a Eloiza Aparecida Silva Ávila de
Matos (UTFPR)

Prof. Dr. Danislei Bertoni
(UTFPR)

Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin (UTFPR) -
Orientador

Prof. Dr. Eloiza Aparecida Silva Ávila de
Matos (UTFPR)
Coordenadora do PPGCT

A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE NO DEPARTAMENTO DE
REGISTROS ACADÊMICOS DA UTFPR - CÂMPUS PONTA GROSSA

Ao meu amado esposo Mauro, aos meus exemplos de vida Lauro e Nivair, ao dedicado João Paulo e a todos os futuros professores, não desistam da mais bela das profissões.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pelo dom da vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Awdry e coorientador Prof. Dr. Danislei pelos ensinamentos profissionais, acadêmicos e pela confiança.

Aos meus pais, que sempre me conduziram para o caminho do bem, com amor, acreditando em meu potencial para o estudo e que tudo é possível, vocês são meu alicerce.

Ao meu irmão, pela preocupação e carinho em sempre me apoiar e me incentivar a jamais desistir.

Ao meu esposo, que com carinho e paciência me acompanhou mais de perto por toda a caminhada, dando-me forças quando eu pensava em desistir sem reclamar em momento algum.

Aos professores e colegas de caminhada do PPGET pelas contribuições e esclarecimentos para o conhecimento científico e técnico.

Aos membros da banca Prof.^a Dr.^a Eloiza e Prof.^a Dr.^a Ana Lúcia pelas contribuições e sugestões para com o trabalho com carinho em suas falas.

Aos acadêmicos do curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ensino de Ciências, que me receberam com carinho, oportunizando-me desenvolver a pesquisa de forma leve e acolhedora.

Agradeço a todos que de certa maneira contribuíram até a realização dessa dissertação, o meu muito obrigada, vocês mantêm a minha chama de persistência acesa.

“A complexidade surge como dificuldade, como incerteza e não como uma clareza e resposta. O problema é saber se há uma possibilidade de responder ao desafio da incerteza e da dificuldade.”

(Edgar Morin, 2000, p. 177)

RESUMO

COSTA, Alessandra Santa Clara da. **Construção de ilha de racionalidade baseada na temática formigas**: uma experiência para professores de ciências em formação inicial. 2019. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019.

Esta pesquisa apresenta uma experiência sobre a construção de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, baseada na temática Formigas, com auxílio da Matriz Dialógico-Problematizadora que permitiu orientar o passo a passo da investigação, envolvendo quinze professores em formação do terceiro período do curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais, junto à disciplina de Didática das Ciências Naturais, à luz das Teorias da Inteligência Coletiva e Complexidade. Nesse sentido, o objeto da pesquisa foi compreender o processo de aprendizagem complexa por meio da metodologia proposta e como esse tema pode ser significativo em diversas disciplinas do currículo escolar e suas aplicações cotidianas. Foi possível constatar que a metodologia testada é eficiente e auxilia na aprendizagem complexa junto a inteligência coletiva, possibilitando sua utilidade como estratégia diferenciada ao promover a autonomia necessária aos estudantes na tomada de decisões todos os dias. Para uma primeira experiência observou-se uma concepção inicial voltada a anatomia e classificação biológica, que acabou auxiliando ao longo da pesquisa, abrindo outras possibilidades dentro da temática como habitat, interações com o ambiente e outros seres vivos, auxílio e prejuízo para o ser humano, aplicação de leis físicas, compostos químicos, cabos ópticos e questões sociais. Considerou-se uma metodologia aplicável que auxilia na formação do pensamento complexo, por meio da inteligência coletiva. Indício declarado por alguns dos sujeitos da pesquisa, colocando o que poderiam utilizar da metodologia em suas aulas. Com base nesse processo de construção de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade, elaborou-se como produto educacional uma sequência didática que visa auxiliar professores de Ciências na montagem de novas propostas para a prática docente nos Anos Finais do Ensino Fundamental.

Palavras-chave: Formigas. Ilhas interdisciplinares de racionalidade. Complexidade. Metodologia. Professores em formação.

ABSTRACT

COSTA, Alessandra Santa Clara da. **Rationality island building based on the theme ants**: an experience for science teachers in initial formation. 86 p. Thesis (Master's Degree) - Post-Graduate Program in Teaching of Science and Technology. Federal University of Technology - Paraná, Ponta Grossa, 2019.

This research presents an experience on the construction of an Interdisciplinary Island of Rationality, based on the Ants theme, with the help of the Dialogical-Problem Matrix, which guided the research step by step, involving fifteen teachers in the third period of the Interdisciplinary Licentiate course in Natural Sciences, next to the discipline of Didactics of Natural Sciences, in the light of Collective Intelligence Theories and Complexity. In this sense, the object of the research was to understand the complex learning process through the proposed methodology and how this theme can be significant in several disciplines of the school curriculum and its everyday applications. It was possible to verify that the tested methodology is efficient and helps in the complex learning along with collective intelligence, making possible its utility as a differentiated strategy when promoting the students' necessary autonomy in the decision making every day. For an initial experience, an initial conception was focused on anatomy and biological classification, which ended up helping the research, opening other possibilities within the thematic as habitat, interactions with the environment and other living beings, aid and prejudice for the human being, application of physical laws, chemical compounds, optical cables and social issues. It was considered an applicable methodology that assists in the formation of complex thinking, through collective intelligence. Indicated by some of the research subjects, placing what they could use of the methodology in their classes. Based on this process of building Interdisciplinary Rationality Islands, an educational product was developed as a didactic sequence that aims to assist science teachers in assembling new proposals for teaching practice in the Final Years of Elementary Education.

Keywords: Ants. Interdisciplinary islands of rationality. Complexity. Methodology. Teachers in training.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os três objetos de ensino e transposição didática	16
Figura 2 - Os três momentos da metodologia dialética	22
Figura 3 - Critérios para pesquisas em ilhas interdisciplinares de racionalidade	29
Figura 4 - Objetivos da alfabetização científica e técnica	32
Figura 5 - Escultura de formigueiro com alumínio	49
Figura 6 - Mapa conceitual de formigueiro de alumínio	51
Figura 7 - Mapa conceitual de formigas coloridas	56
Figura 8 - Mapa conceitual de imunização social.....	58
Figura 9 - Mapa conceitual formigas flutuantes	61
Figura 10 - Mapa conceitual de guerra das formigas	66
Figura 11 - Mapa conceitual de Anternet	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tópicos interdisciplinares na temática formigas	20
Quadro 2 - Matriz dialógico problematizadora de Kemmis e Mctaggart	24
Quadro 3 - Matriz dialógico problematizadora da pesquisa	25
Quadro 4 - Conteúdos programáticos da disciplina de didática para ciências naturais	36
Quadro 5 - Construção de estratégias contextualizada	40
Quadro 6 - Experiência na escola	41
Quadro 7 - Tema biológico junto à tecnologia	42
Quadro 8 - Planejamento	43
Quadro 9 - PCN	44
Quadro 10 - Formigas e o conhecimento	46
Quadro 11 - Abordagem de tema	47
Quadro 12 - Interdisciplinaridade	48
Quadro 13 - Questões da matriz dialógico problematizadora	69

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
AS	Abordagem Sistêmica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CN	Ciências Naturais
EC	Ensino de Ciências
EF II	Ensino Fundamental II
IIR	Ilha Interdisciplinar de Racionalidade
MDP	Matriz Dialógico-Problematizadora
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
TD	Transposição Didática
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 A TEMÁTICA FORMIGAS ENQUANTO COMPONENTE CURRICULAR	15
2.1 O ENSINO DE CIÊNCIAS DISCIPLINAR	16
2.2 O ENSINO DE CIÊNCIAS INTERDISCIPLINAR	18
2.3 CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO NA PRÁTICA DOCENTE	21
3 INTELIGÊNCIA COLETIVA E ILHA DE RACIONALIDADE	23
3.1 CONSTRUÇÃO DE ABORDAGEM SISTÊMICA POR MEIO DE MDP	23
3.2 A FORMAÇÃO DO PENSAMENTO COMPLEXO PARA LECIONAR	26
3.3 RACIONALIDADE COMO FORMA DE PENSAMENTO DOCENTE	27
3.4 ILHAS DE RACIONALIDADE E A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	28
4 ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS	35
4.1 CARACTERÍSTICA DA PESQUISA	35
4.2 SUJEITOS DA PESQUISA E DISCIPLINA DE APLICAÇÃO	35
4.3 INSTRUMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS	37
4.4 PRODUTO EDUCACIONAL	38
5 ANÁLISE DE RESULTADOS	40
5.1 DESENVOLVIMENTO E SÍNTESE DAS IIR	49
5.1.1 Alumínio e o Formigueiro	49
5.1.2 Formigas Coloridas	52
5.1.3 Imunização Social	57
5.1.4 Formigas Flutuantes.....	59
5.1.5 Guerra das Formigas	62
5.1.6 Anternet	67
5.2 RESULTADOS DA MDP	69
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
REFERÊNCIAS	79
APÊNDICE A - Questionário pré e pós-pesquisa, junto ao termo de consentimento	84

1 INTRODUÇÃO

A curiosidade sempre me motivou a querer saber sobre o funcionamento do corpo humano, a composição da Natureza, e como animais e plantas se adaptam ao ambiente em que vivem. Essa curiosidade teve impulso quando iniciei o Ensino Médio, e com uma professora de Biologia acabei me encantando ainda mais com os seres vivos, o que me auxiliou na escolha para o Ensino Superior: Licenciatura em Ciências Biológicas. O fato do gosto em estudar e ser bem comunicativa foram decisivos em minha escolha pela carreira docente.

No primeiro ano da graduação (2010), surgiu a oportunidade de estagiar em um colégio da rede privada, onde continuei até o ano de me graduar (2013). Após isso, fui trabalhar em colégios públicos por meio do Processo Seletivo Simplificado (PSS) por dois anos. Depois disso, voltei a trabalhar em colégios da rede privada onde continuo até os dias atuais.

Posso dizer que passei por experiências diferentes, mas ao mesmo tempo tão semelhantes, pelo fato de Ciências e Biologia serem disciplinas com muitos conteúdos que acabam proporcionando aulas tradicionais excessivamente expositivas, gerando desinteresse por parte dos estudantes. Isso me fez perceber a necessidade em continuar estudando, quando então realizei uma especialização em Metodologia de Ensino (2015), porém, não foi o suficiente. Em 2016, surgiu a possibilidade de ingressar ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia, o qual me possibilitou aprender mais sobre a História da Ciência e metodologias diferenciadas que podem subsidiar minhas aulas em superação ao modelo tradicional, proporcionando mais qualidade.

Em uma das disciplinas do mestrado trabalhou-se com a metodologia da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR), até aquele momento eu não conhecia, que permite ao estudante buscar conhecimento de forma autônoma e investigativa, não focada em apenas uma disciplina, tornando-se protagonista da pesquisa. Então, conversando com os professores que iriam me orientar por todo o mestrado, surgiu a ideia de aplicar tal metodologia diferenciada baseada na temática Formigas.

Sobre as formigas, na maioria das vezes, são meramente descritas em livros didáticos fazendo parte de determinada classificação biológica, de forma simplista. Em contraposição e atendendo a proposta da IIR, parte-se do pressuposto de que se pode ensinar e aprender mais sobre as formigas, por meio de muita pesquisa,

principalmente em sala de aula, pois “o professor deve estabelecer as condições para que o aluno faça, por si mesmo, a redescoberta das relações de constituição da realidade.” (VASCONCELLOS, 2004, p. 37)

Nesta dissertação, procurou-se mostrar como professores-investigadores da área de CN, no nível superior de ensino, podem trabalhar alguns pontos da prática pedagógica de forma interdisciplinar, auxiliando-os em sua formação para obterem maior variedade de metodologias em suas futuras aulas. Para isso, aplicou-se com esses professores a metodologia referenciada anteriormente e com seus resultados, promoveu-se uma sequência didática com subtemas dentro da temática Formigas e o passo-a-passo de como elaborar uma IIR, partindo da questão geral: **“Como a temática Formigas, na perspectiva metodológica das IIR pode contribuir na aprendizagem complexa?”**

Para tanto, tem-se como **objetivo geral**: Avaliar de que maneira a construção de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade em torno da temática Formigas, pode contribuir com o processo de aprendizagem complexa de professores de Ciências em formação inicial.

Assim, têm-se os **objetivos específicos**:

- Conhecer e explorar a metodologia IIR;
- Elaborar IIR com diferentes subtemas com a temática proposta em sala;
- Construir e avaliar uma sequência didática com sugestões de subtemas e sequências a serem trabalhadas a partir da temática específica.

Tendo em vista esses objetivos, constituiu-se o corpo de texto dessa pesquisa, em cinco capítulos, sendo que no primeiro procura-se diferenciar Ensino de Ciências (EC) disciplinar e interdisciplinar, abordando algumas sugestões do que pode ser trabalhado, considerando os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) como documento oficial e a Transposição Didática (TD) que ocorre durante o processo da construção de conhecimento, atrelados aos possíveis subtemas a serem trabalhados que muitas vezes não aparecem nos livros didáticos e fundamentam as demais disciplinas, complementando o currículo.

No segundo capítulo, abordou-se as IIR como inteligência coletiva, ou seja, a construção de múltiplas inteligências dentro de um mesmo grupo que pode ser desde uma comunidade, quanto um formigueiro ou uma colmeia, trazendo-a como uma fonte de estudo, junto a Matriz Dialógica Problematizadora (MDP) que contribuiu para organizar e orientar toda a pesquisa como ressaltar alguns pontos principalmente na

aplicação e reflexões dos resultados. Ainda nesse mesmo capítulo, explorou-se sobre a questão da racionalidade, ou seja, o pensamento complexo atrelado ao tema proposto e no momento de lecionar, já que o foco são os professores em formação inicial.

No terceiro capítulo, caminhou-se com os procedimentos metodológicos, a coleta de dados a partir de questionários de sondagem inicial e final, bem como detalhamento da montagem de IIR e mapa conceitual com apresentação de síntese final, que originou o produto educacional destinado a educadores em geral.

No quarto capítulo, tem-se os resultados obtidos e reflexões sobre os mesmos, como comparativo entre pré e pós-pesquisa diante das IIR, construídas por grupos de licenciandos se todas as questões propostas pela MDP foram respondidas, o que foi abordado em cada trabalho que os licenciandos realizaram, a construção de mapas conceituais como síntese da metodologia proposta, e se utilizariam dessa metodologia em suas aulas.

Por último, apresenta-se as considerações finais apontando as contribuições e dificuldades que a pesquisa proporcionou, o desenvolvimento da autonomia, ligações e relações entre determinados conteúdos disciplinares, avanços na interdisciplinaridade por meio de pesquisas e questionamentos.

2 A TEMÁTICA FORMIGAS COMO COMPONENTE CURRICULAR

Inicialmente, evidenciou-se a necessidade de compreensão da organização curricular por temas e conteúdos. Auler (2003, p. 72) define temática como “[...] constitui-se no horizonte para o qual apontam os esforços empreendidos no processo de pesquisa/intervenção, entende-se que esta viabiliza discussões mais amplas, não restritas ao campo metodológico.” Percebeu-se com essa definição a amplitude que uma temática pode ter, abrange vários conteúdos, independente da disciplina, por si só interdisciplinar, aproximando-se de sua realidade.

Por outro lado, a abordagem de conteúdo é restrita, envolvendo mais conceitos como proposto por Auler (2003). Na maioria das vezes, quando se fala em abordagem temática, pressupõe-se o trabalho de forma mais restrita, como no caso das formigas, aparenta ser parte meramente do sistema de Classificação Biológica de insetos. Pensando dessa maneira, o conteúdo, independente de qual seja, torna-se fragmentado e de certa maneira acaba caindo no tradicionalismo, simplesmente compondo o rol de conteúdos anuais que precisam ser vencidos.

Isso auxiliou a pensar a prática docente, em não enxergar um conteúdo como isolado e acabado, mas relacionando-o a um contexto e a outros conteúdos, tornando-o interdisciplinar, como por exemplo, estabelecer relações do por que as formigas são tão organizadas em um formigueiro. Nesse sentido, como podem trazer benefícios à biodiversidade? Por que e o que as fazem andar em grupos grandes? Essas são algumas das questões que podem ser investigadas inicialmente em qualquer disciplina, isso se torna mais atrativo ao estudante, no entanto na maioria das vezes temáticas dessa natureza sempre remetem à disciplina de Ciências.

Além disso, se organizam de forma complexa, em que cada formiga tem sua função em uma sociedade, sendo análogo ao ser humano que também possui função social enquanto indivíduo e grupo. Dessa forma Santos (1992, p. 139) acentua que

a inclusão dos temas sociais é recomendada por todos os artigos revisados, sendo justificada pelo fato de eles evidenciarem as inter-relações entre os aspectos da ciência, tecnologia e sociedade e propiciarem condições para o desenvolvimento nos alunos de atitudes de tomada de decisão.

2.1 O ENSINO DE CIÊNCIAS DISCIPLINAR

A disciplina de Ciências, assim como as demais, que compõem a matriz curricular dos Anos Finais do Ensino Fundamental se constitui de conceitos próprios que precisam ser trabalhados didaticamente para poder associar aos acontecimentos de aplicabilidade dos mesmos. Para isso, é necessário se fazer muitas pesquisas sobre os assuntos que se quer lecionar, para que o docente responsável consiga ensinar esse conhecimento de modo que o estudante da Educação Básica possa compreender, superando o ensino apenas de fragmentos, ou seja, sem promover ligações entre um tópico ao outro, trabalhados de forma isolada.

Entretanto, cabe ao professor verificar de que forma será trabalhado e como pode inserir elementos de ligação sem perder o conhecimento científico proposto em pesquisas, periódicos e livros. Esse processo é chamado de Transposição Didática (TD), proposto por Verret em 1975 e consiste em um processo de saberes, desde os postulados e artigos científicos, até chegar aos bancos escolares.

Pietrocola *et al.* (2000, p. 102), definem TD como “transformações sofridas por determinado elemento de conhecimento, ao sair do ambiente científico até se tornar elemento ou objeto de ensino.” Chevallard (1991) define a TD como um trabalho transformador do objeto do saber em um objeto a ensinar e este em um objeto ensinado. Pode-se dizer que a TD compreende sucessivas sínteses sobre o objeto do saber. Os três saberes estão representados na Figura 1:

Figura 1: A TD e os três objetos do saber



Fonte: Adaptado de Pinho-Alves (2001)

O objeto do saber corresponde a um saber científico, obtido algumas vezes por meio de experimentos e registrado em manuscritos de quem os executou. Como Chevallard (1991) afirma, ocorre à passagem do saber formal como uma TD “*stricto sensu*”, ou seja, uma transposição mais direcionada, mais fiel ao seu objeto do saber.

De acordo com a Figura 1, a outra passagem, como Chevallard (1991) propõe, é a TD “*lato sensu*”, ou seja, uma transposição mais aberta o que se interpreta como mais fragmentada. Isso ocorre na prática docente, em que o professor utiliza apenas o livro didático como aporte, sendo este o objeto do saber e tornando um conteúdo fragmentado e totalmente disciplinar, sem falar da linguagem que se distancia do rigor científico proposto em artigos, postulados e pesquisas como possibilidades de tematizar o saber a ensinar.

Pietrocola *et al.* (2000, p. 103) destacam dois requisitos importantes para lecionar os temas:

1º: Ser potencialmente ensinável, “pelo menos teoricamente pode ser aprendido pelo estudante que se destina;

2º: Possibilitar a elaboração de objetivos de ensino, “exercícios, avaliações ou trabalhos práticos.”

É necessário procurar outras fontes de pesquisa, além do livro didático e adequá-las ao que se quer ensinar em aula. Um exemplo é a temática Formigas. Percebeu-se em alguns livros didáticos de Ciências e Biologia, a abordagem anatômica e fisiológica do objeto de estudo e a relação ecológica como exemplo de colônias, ou situada em uma classificação biológica (Classe Insecta), meramente descritiva e padronizada.

Isso possibilita que as aulas acabem sendo mecanicamente a reprodução do que existe registrado nesses materiais didáticos. Para Pinho Alves (2001), a integração entre objetos de ensino, exige a utilização de diferentes fontes de referência, que podem inspirar e legitimar o saber.

A TD, ocorre por meio de três processos, chamados de despersonalização, dessincretização e descontextualização. A despersonalização ocorre quando se escreve sobre o saber científico, “É um processo durante o qual ocorre a perda do contexto original de sua produção” (PINHO ALVES, 2000, apud BETTANIN, 2003, p. 8), em outras palavras, é a perda da identidade humana do pesquisador.

A dessincretização, segundo Bettanin (2003), é a parte fragmentada do saber, originando um novo contexto epistemológico, como se fosse uma desconstrução para

reconstruir o saber, enquanto com a descontextualização evidencia a perda do contexto original para um novo, porém de forma mais linearizada e fechada.

Esses três processos são mais relevantes em práticas disciplinares com perspectivas “conteudistas”, que acabam deixando de lado o cotidiano e o contexto escolar, apenas levando em consideração o objeto de estudo a ser trabalhado. Porém, o processo de TD não consegue abarcar toda a complexidade do conhecimento, e Pietrocola *et al.* (2000, p. 104) explicam que “por isso é apresentado em fragmentos, sucessão de capítulos, lições, muitas vezes desconsiderando o fato de que um conceito científico ganha significado e valor no interior da teoria.”

Pode-se sinalizar isso como consequência da formação dos professores, que em sua grande maioria, teve contato com exemplos lineares e mecanicistas, se mantendo como profissionais em certa zona de conforto. Como afirmam Pietrocola *et al.* (2000, p. 106), no entendimento de Larcher (1996, p. 165) “aprender ciências é adquirir conhecimentos que são considerados válidos, úteis, frutíferos, mas também admitir o caráter aproximativo, parcial e provisório do conhecimento de um mundo que não podemos aprender em toda sua complexidade.”. Para que essa realidade mude, é preciso estar em constante formação e procurar novidades no âmbito de conteúdos e metodologias de ensino a fim de transpassar sua prática disciplinar para interdisciplinar.

2.2 O ENSINO DE CIÊNCIAS INTERDISCIPLINAR

O ensino interdisciplinar comporta duas ou mais disciplinas, pode-se trabalhar por meio das tecnologias de informação e comunicação (TIC) que, se transposta de forma adequada, auxilia na prática docente e na compreensão do que se leciona.

No EC, muito se tem de informações e curiosidades por parte dos estudantes devido ao fato de boa parte dos conteúdos serem relacionados, no cotidiano, principalmente ao corpo humano e ao meio ambiente. Porém, cria-se por vezes uma ideia de que a disciplina de Ciências é entendida como uma disciplina meramente descritiva, fragmentada, tornando-se difícil o encaminhamento metodológico que possa auxiliar de maneira efetiva a construção do conhecimento científico de forma autônoma, conexa e significativa tanto para os alunos como para os professores.

Nesse sentido, isso se torna um desafio diário para os docentes, conduzir as aulas de Ciências de uma maneira mais significativa, atraente e bem aproveitada,

inter-relacionando o conhecimento científico com o cotidiano, por meio do uso das TIC, e proporcionando maior acesso a informações, com auxílio na busca de curiosidades e pesquisas relacionadas às suas necessidades.

Um dos meios didáticos que se tem para um possível processo de construção de significados e aprendizagem é por meio das Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR), proposta por Gérard Fourez (1994), metodologia que possibilita novas pesquisas relacionadas a um determinado tema, de forma autônoma, que aos poucos se entrelaça e atribui significado ao conteúdo proposto.

Atualmente, a base legal de orientação curricular para os Anos Finais do Ensino Fundamental (BRASIL, 1998), propõe que as disciplinas não sejam trabalhadas separadamente, mas sim por aproximações em áreas do conhecimento, com um núcleo comum, no caso a integração em torno dos fenômenos naturais até então fragmentados, interligando-os.

Menezes (2016) revela que a aprendizagem por área de conhecimento auxilia na orientação da educação, promovendo valores de cidadania, sensibilidade, solidariedade, e corrobora com outros autores, de maneira que não somente a especificidade da disciplina, mas sim, agrega valores enquanto pessoas. Isso auxilia os estudantes a desenvolverem consciência de suas responsabilidades e direitos, junto à disciplina em questão, o que não ocorria há alguns anos, pois os conteúdos eram organizados conforme as pesquisas acadêmicas e, como afirma Krasilchik (1996), uma forma de “estudo meramente descritivo”.

Atualmente esse tipo de ensino descritivo e memorístico contribui pouco para a efetivação da aprendizagem científica no EC, exigindo que o professor procure alternativas das mais diversas formas para que os alunos tenham uma compreensão da cientificidade nos dias atuais, propiciando que reflitam sobre os conteúdos propostos em sala. Deve-se atrelar a prática social e o senso comum aos conhecimentos científicos, pois “o senso comum não deixa de ser conhecimento, utiliza-se da cultura de uma comunidade.” (SANTOS 1989, p.50).

Cada vez mais tem se intensificado a formação científica com a abordagem cotidiana, tanto que com os conhecimentos organizados em áreas desde os PCN, os estudantes precisam desenvolver competências e habilidades da área específica, nesse caso, as Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Essa abordagem interdisciplinar se evidencia a fim de “qualificar” os estudantes e não “quantificar”, desenvolvendo ainda mais enquanto sociedade, para obter uma

investigação e compreensão tecnológica, direcionando-se à Ciência e Tecnologia, que está atribuída a Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, e ainda, formar a contextualização histórico-social da Ciência e Tecnologia atribuídas às Ciências Humanas e suas Tecnologias (BRASIL, 1998).

A temática Formigas, pode ser associada a uma infinidade de assuntos relevantes que agregam ao contexto escolar e social. Para isso, elaborou-se um quadro, abordando algumas possibilidades de temáticas que podem ser trabalhadas em conjunto, como alguns citados no Quadro 1:

Quadro 1- Tópicos interdisciplinares na temática Formigas

Tópicos a trabalhar	Síntese	Disciplinas envolvidas
Comportamento e organização	Sistema de castas e seus trabalhos funcionais enquanto sociedade.	Ciências/Biologia, Sociologia, Filosofia, História, Português, Inglês.
Bioindicadores	Investigar se o ambiente está em equilíbrio em relação a outras espécies e ao ecossistema como um todo.	Ciências/Biologia, Química, Sociologia, Geografia, História, Português, Inglês.
Leis físicas	Aeração no formigueiro pela equação da Continuidade pelo teorema de Bernoulli, flutuação, empuxo, força.	Ciências/Biologia, Física, Matemática, Educação Física, Português, Inglês.
Arquitetura	Construção do formigueiro, câmaras.	Ciências/Biologia, Física, Matemática, Geografia, Sociologia, Português, Inglês.
Compostos químicos	Feromônios, transmissão de doenças, substâncias presentes no corpo delas.	Ciências/Biologia, Química, Educação Física, Português, Inglês.
Rede de inteligência/ imunização social.	Organização para manter o formigueiro a salvo e proteção de sua rainha.	Sociologia, Filosofia, Ciências/Biologia, Educação Física, Português, Matemática, Inglês, Química.
Procriação	Reprodução	Ciências/Biologia, Filosofia, Física, Química,
Evolução	Adaptações ao ambiente, material, genético, conquista de território.	Ciências/Biologia, Química, Geografia, História.

Fonte: Autoria Própria

Os tópicos organizados no quadro 1, são exemplos de subtemas a serem explorados, a partir da temática Formigas, inter-relacionando-os nas diversas disciplinas que podem ser envolvidas. Cabe ao professor realizar diálogos com professores de outras áreas e/ou componente curricular, possibilitando a experimentação do mesmo tema.

Assim, para que ocorram pesquisas de natureza interdisciplinar, há a necessidade de construção do conhecimento a partir de seu contexto, até chegar a sua prática docente, onde é colocado à prova sobre como trabalhar em sala de aula e aos poucos, aprimorando suas práticas disciplinares para que se tornem interdisciplinares.

2.3 CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO NA PRÁTICA DOCENTE

Desde o momento em que se começou o ensino formal nas escolas, condicionou-se a aprender pequenos fragmentos de determinados assuntos, devido ao fato de o tempo ser curto para muitos conteúdos e, muitas vezes, pela formação que os profissionais da área da educação receberam e acabaram reproduzindo em sala de aula.

O conhecimento pode ser organizado em conhecimento de mundo, o que se pode apontar como senso comum pelas experiências vividas e o conhecimento científico que se começa a aprender ou se deveria aprender por meio de pesquisas, perguntas relacionadas ao contexto, nos bancos escolares.

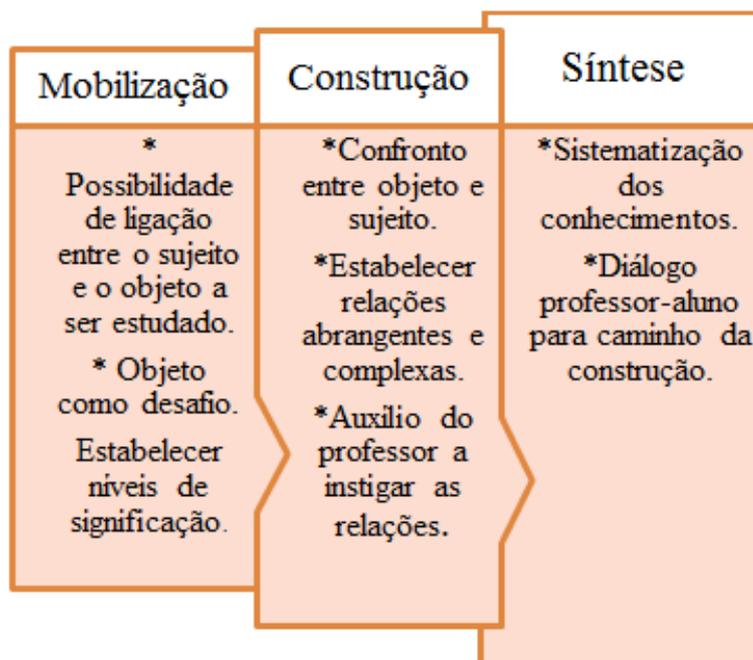
Vasconcellos (2004) aponta, como metodologia da sala de aula, a síntese e concretização do reflexo de concepções de mundo, como educação e objetivos do homem. Para isso, há a metodologia dialética, em que se situa o homem como um ser ativo, baseado em relações.

Para que ocorra a construção do conhecimento, há necessidade dos momentos de síntese, análise e síntese. Saviani (1983, p. 77, apud VASCONCELLOS, 2004, p. 56), demonstra esses três momentos como:

Visão caótica do todo, a uma rica totalidade de determinações e de relações numerosas pela mediação da Análise constitui uma orientação segura tanto para o processo de descoberta de novos conhecimentos (método científico) como processo de transmissão-assimilação de conhecimento (método de ensino).

Cada turma de alunos tem seu perfil específico, em que diferentes metodologias de ensino podem ser empregadas, de acordo com o rendimento e nível de conhecimento dos mesmos. Para isso, destaca-se três momentos distintos, representados na Figura 2:

Figura 2 - Os três momentos da Metodologia Dialética



Fonte: Adaptado de Vasconcellos (2004, p. 57-58)

Para que haja construção do conhecimento, deve-se lembrar de que o mesmo é sintético, que Vasconcellos (2004) propõe que aonde não ocorre síntese, não há conhecimento, o objeto é tudo envolvendo diversos aspectos, relações e propriedades. Ainda, Lopes (2007) afirma que a legitimação do conhecimento se constrói quando existe ligação com a natureza do mesmo, ou seja, a construção do conhecimento científico exige a aproximação do saber científico e tal procedimento pode ser possibilitado por meio de atividades interdisciplinares atreladas a atividades investigativas.

A metodologia dialética leva em consideração o conhecimento em sala de aula, com a sua construção a partir do pensamento abstrato ao concreto. Para que possa haver resultados, é necessário não pensar apenas em uma aula, mas sim como um curso completo. Para isso, propõe-se a aproximação entre a metodologia da IIR e o conceito de inteligência coletiva, que significam as várias inteligências para um contexto, auxiliando a compreender o tema.

3 ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE E INTELIGÊNCIA COLETIVA

A inteligência coletiva está presente em todos os lugares, mesmo que muitas vezes não se observa. Levy (2007) aponta como uma inteligência distribuída por toda parte, resultante de mobilizações efetivas por meio de competências. Isso permite a construção de conhecimento coletivo para um bem comum na sociedade.

Inicialmente, é necessário identificar as competências para mobilizá-las, pois ainda, segundo Levy (2007, p. 31), “só existe inteligência coletiva quando a cultura cresce com ela.” Portanto, há a necessidade do coletivo, no sentido de se utilizar da cultura para um processo em constante construção do conhecimento, pensar e agir em conjunto. Para isso, o exercício da escuta é imprescindível, pois, permite “fazer emergir, em tornar visível ou audível, a miríade de ideias, argumentos, fatos, avaliações, invenções, relações que constituem o social real, em maior profunda obscuridade: projetos, competências.” (LEVY, 2007, p. 69). Pode-se utilizar a abordagem sistêmica para auxiliar a inteligência coletiva na resolução de problemas.

3.1 CONSTRUÇÃO DE ABORDAGEM SISTÊMICA POR MEIO DE MDP

Nessa perspectiva interdisciplinar, ao abordar os conteúdos de Ciências, evita-se pensar de maneira isolada, ou então apenas como um fragmento do conhecimento, em que é preciso ter vários olhares sobre o mesmo. Para que isso ocorra, utiliza-se da analogia com sistemas, em que os conteúdos são interligados e perpassam diversas disciplinas, tanto no contexto científico como no social. Segundo Miquelin (2003), pode-se entender que sistemas são frutos de relações entre elementos e o contexto em que se está inserido.

Na prática da docência, percebe-se que as relações ocorrem entre professor e estudante, dentro de um contexto com determinado tema, em que se procura o aprendizado de excelência. Para que isso ocorra, não se pode priorizar o ensino tradicional, expositivo e memorístico, em que o docente apenas repassa o que acredita ser importante e, na maioria das vezes, o estudante finge que entende e acaba decorando conceitos, como se fosse um depósito de conhecimento, que Freire (1983) denomina de “educação bancária¹”.

¹ No entendimento de Freire, educação bancária tem o professor como detentor do conhecimento e o aluno como receptor do conhecimento.

No entendimento de Kasper (2000), a abordagem sistêmica é contemplada por uma complexidade organizada no pensamento intelectual. Rosnay (2010) complementa que a abordagem sistêmica auxilia a inclusão no quadro de referências mais amplo, permitindo o exercício da razão e lógica.

Para isso, Rosnay (2010, p. 493), aponta que a abordagem sistêmica “permite organizar os conhecimentos de maneira diferente e compreender não somente pela análise, mas pela síntese.” Em outras palavras, entende-se que o uso de vários fragmentos, pesquisando-os para formar um conhecimento mais amplo, como se fosse um quebra-cabeças, ao qual as peças se encaixam à medida que se monta ou, no caso, se investiga.

Um dos pontos a ser considerado, é a “evolução de um sistema, que não é a sucessão de transmissões entre elementos estáticos, mas sim ataques de níveis sucessivos de complexidade ou desorganização.” (ROSNAY, 2010, p. 495). Isso reflete diretamente na pesquisa, pois às vezes necessita-se de desconstruir alguns conhecimentos ou fragmentos, para poder reconstruir, por isso da desorganização ou até mesmo dar continuidade ao que se sabe.

Partindo desse princípio, buscou-se uma maneira de organizar de forma sistêmica as relações que ocorrem entre professor e aluno, que Rosnay (2010, p. 498) aponta como “metodologia que permite organizar conhecimentos, propondo maior eficácia na ação”. Para o andamento da pesquisa, atrelada a problematização, formulou-se uma MDP, facilitando e delimitando a pesquisa, partindo de questões e autorreflexões sobre a relação e contexto.

A MDP foi idealizada por Kemmis e Mctaggart (1998), ao qual se tem envolvidos na relação professores e alunos, um tema e um contexto. O modelo desenvolvido por eles é demonstrado no quadro abaixo:

Quadro 2 - Modelo de MDP proposta por Kemmis e Mctaggart (1998)

	[A]Professores	[B]Alunos	[C]Tema	[D]Contexto
[1] Professores	[A1]	[B1]	[C1]	[D1]
[2]Alunos	[A2]	[B2]	[C2]	[D2]
[3]Tema	[A3]	[B3]	[C3]	[D3]
[4]Contexto	[A4]	[B4]	[C4]	[D4]

Fonte: Adaptado de Kemmis e Mctaggart (1998).

Essa MDP leva em conta esses dados e se faz o cruzamento entre eles, gerando questões que orientam a pesquisa. No caso da presente pesquisa, os dados são:

- Professores: Professores de Ciências;
- Alunos: Licenciandos em CN;
- Tema: Formigas, que é o objeto de estudo interdisciplinar ;
- Contexto: IIR como metodologia proposta.

Como resultado, obtivemos a seguinte MDP, demonstrada no quadro 3:

Quadro 3 - MDP referente à pesquisa sobre IIR com o tema Formigas

	[A] Professores	[B] Licenciandos	[C] Temática Formigas	[D] Ilhas de Racionalidade
[1] Professores	[A1] Como tratar do planejamento escolar baseada em uma temática paradidática integradora?	[B1] Como um trabalho investigativo relacionado a uma temática contribui para a ação educacional entre licenciando e professor?	[C1] De que maneira o tema pode auxiliar o professor a trabalhar articulando outros conteúdos dentro das ciências?	[D1] Quais as possíveis vantagens na elaboração de Ilhas de Racionalidade na prática docente do professor?
[2] Licenciandos	[A2] Como o professor pode auxiliar os licenciandos na transposição didática do tema sem perder a cientificidade do conteúdo?	[B2] De que maneira a organização e conclusão de etapas de forma autônoma contribuem para a construção da aprendizagem complexa?	[C2] De que forma as formigas podem auxiliar os licenciandos no contexto científico, tecnológico e social?	[D2] De que maneira as Ilhas podem contribuir de maneira eficiente a prática pedagógica dos futuros professores?
[3] Temática Formigas	[A3] Como o professor pode abordar o tema de maneira prática, dentro da metodologia proposta?	[B3] Como os licenciandos podem utilizar o tema a problematizar questões sociais aos seus futuros alunos?	[C3] Quais aspectos anatômicos, fisiológicos, físicos, químicos, geográficos e sociais devem respaldar o referencial teórico acerca do tema?	[D3] Por meio de quais questões geradoras serão construídas ilhas de racionalidade? Como identificar se a construção é superficial?
[4] Ilhas de Racionalidade	[A4] Quais as possibilidades e como o professor pode interferir negativamente no processo de construção das Ilhas?	[B4] De que forma os licenciandos podem administrar a metodologia proposta na organização e problematização do conteúdo?	[C4] Como que por meio da temática, interligada a metodologia pode promover possíveis soluções de degradações ambientais?	[D4] Como expressar o referencial teórico da metodologia de forma não tradicional?

Fonte: Autoria própria

Essas 16 (dezesesseis) questões contribuíram para organizar a pesquisa e foram exploradas junto aos resultados e discussões, pois auxiliaram ao longo de todo o processo, facilitando o delineamento dos limites, o que precisou ser revisto ao longo da pesquisa.

3.2 A FORMAÇÃO DO PENSAMENTO COMPLEXO PARA LECIONAR

Para que se possa atingir o nível de conhecimento pertinente, deve-se desafiar a complexidade, que segundo Morin (2000), nada mais é que a unidade e ao mesmo tempo a multiplicidade. Como exemplo, podemos considerar uma sala de aula como ambiente complexo, pois ao mesmo tempo em que se pensa em auxiliar na aprendizagem de um aluno de maneira diferenciada, tem que se pensar também nos outros e na coletividade para poder avançar.

Porém, existem alguns empecilhos que podem ser vistos como problemas essenciais para nossa prática escolar, segundo Morin (2000), são esses:

- **Disjunção e especialização fechada:** “extrai um objeto de seu contexto e de seu conjunto, rejeita laços [...] disciplina compartimentada, cuja fronteiras fragmentam a relação da parte com o todo.” (MORIN, 2000, p. 41).

- **Redução e disjunção:** “restringir o complexo ao simples [...]. Pode também cegar e excluir tudo aquilo que não seja quantificável e mensurável. [...] o princípio da redução oculta o imprevisto, o novo e a invenção.” (MORIN, 2000, p. 42).

- **Falsa racionalidade:** “o problema dos humanos é beneficiar-se das técnicas, mas não se submeter a elas. [...] racionalização abstrata e unidimensional.” (MORIN, 2000, p. 43 e 44).

Esses três problemas podem interferir nas atividades dos professores pesquisadores, pois se fecham, sem perceber, em uma redoma de vidro, zona de conforto na qual a profissão não permite.

A complexidade pode ser encarada como algo que surge por meio das dificuldades e incertezas, que com o passar do tempo possam ser resolvidas. Pode ser considerada insimplificável. É o que temos no paradigma de sistemas proposto por Morin (2005, p. 72), em que se obriga a deixar de lado o reducionismo, isto é, “a falsa racionalidade técnica consiste em reduzir a realidade e os fenômenos educativos a um único pensamento, fragmentado, lógico, mecanicista, que o torna incapaz de,

por si só, compreender a complexidade e multidimensionalidade desta mesma realidade”.

3.3 RACIONALIDADE COMO FORMA DE PENSAMENTO DOCENTE

Associa-se a racionalidade à razão, ao concreto, lógica que é do ser humano. Morin (2005) define racionalização como algo coerente, que parte de um único princípio, com apenas uma causa, apenas “uma coisa de cada vez”. Dentro da racionalização, há o racionalismo, considerado por ele como a junção da coerência e da realidade do universo, excluindo-se do irracional.

Segundo Ladrière (2010, p. 500) a ideia geral de racionalidade pode ser concebida como categoria englobante por meio da qual se evoca o domínio daquilo que denominamos de razão. No seu entendimento é possível discernir três significações deste domínio, extremamente importante para o desenvolvimento da racionalidade como forma de pensamento docente.

- 1º sentido: a abordagem pode ser acompanhada de demonstração de sua validade, por meio de critérios, reconhecidos como válidos para eventual crítica. Esses procedimentos de legitimação que se chama de razão, para algo que a capacidade humana compreende o que é apresentado em experiência e ao longo do processo, organização da ação.
- 2º sentido: a racionalidade não é do sujeito pensante e sim de sua realidade, de acordo como é constituído, por meio de acontecimentos que podem alterar seu meio.
- 3º sentido: a racionalidade é um domínio objetivo, por meio de ações humanas, dos objetos técnicos, mas também teóricos que permeiam redes de interação.

Por vezes, consegue-se, enquanto docente, ser empírico, mas também ser racional. Isso porque segundo Rousseau (1757, apud MORIN, 2005), o ser humano tem sentimentos e é tomado pela paixão, enquanto Kierkegaard (1979, apud MORIN, 2005) diz que o ser humano é sujeito irreduzível a toda a racionalidade, ficando difícil dosar o comportamento. Todos os pontos possuem seus prós e contras, tratando-se de racionalidade, não é diferente, pois de um lado tem-se a desumanização da razão e do outro a racionalização industrial.

A desumanização surge com a luta contra o mito e religião, utilizando-se do saber empírico e verificável. Segundo Morin (2011), o princípio de universalidade do

racionalismo junto a exaltação do homem auxiliou na emancipação humana desde o tempo da escravidão, mesmo na época esses conceitos serem considerados abstratos. O ser humano racional se despe de afetividade e muitas vezes age dessa maneira em sala de aula. Esquece que se relaciona com pessoas que possuem angústias, entre outros sentimentos.

Já a racionalização industrial, surge com o trabalhador como máquina de linha de produção, que muitos anos depois, após a Revolução Industrial, conseguiu benefícios por meio da ideia racional, para aumentar a produtividade e a economia por autogestão. Pode-se dizer que a industrialização se fez pelos princípios de racionalização, por meio de manipulação social, que percebe-se nos dias atuais, até mesmo nas salas de aula. Olhando por essa perspectiva, parece que a racionalidade é algo ruim, por conta da manipulação social em massa, porém, deve-se levar em consideração que a razão está em constante desenvolvimento e que não é linear. Isso indica que a compreensão de realidade se modifica, criando possibilidades, principalmente nas CN, com uma melhor percepção de mundo, saber observar e ensinar a observar.

3.4 ILHAS DE RACIONALIDADE E A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Pesquisas sobre a prática docente como as realizadas por RINALDI *et al.* (2016); ARTUSO; APPEL (2015); SOARES; BAIOTTO (2015); BATISTA; ARAÚJO (2015) e NUNCIO *et al.* (2016) apontam a necessidade de aulas diferenciadas, levando em conta o contexto do aluno, com a visão de que as aulas precisam ser trabalhadas de forma prática como em um laboratório. Não é errado pensar assim, mas também se deve pensar que pesquisa e prática nem sempre precisam do experimento e fazem parte do cotidiano, como a análise de um texto por exemplo. Para tanto, Pietrocola *et al.* (2000, p. 112) considera que a realidade deve ser pensada como “objeto de educação científica, enfatizando o conhecimento construído pela ciência como esboço dessa realidade e fazendo disso um dos principais objetivos da educação científica.”

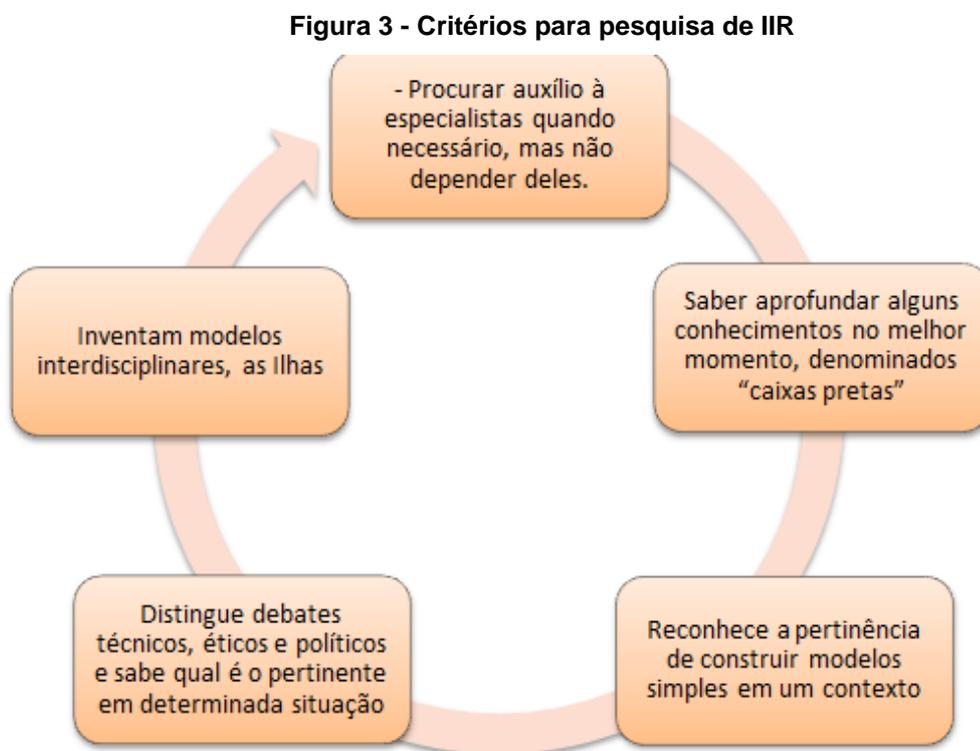
Os estudos inter, trans e multidisciplinares, estão cada vez mais presentes no âmbito da pesquisa, em diversos locais, como escolas, hospitais, academias, entre outros, colocado como algo importante, pois o ensino, independente de área ou nível,

consegue se entrelaçar de uma forma ou de outra nas demais disciplinas, desde que trabalhadas adequadamente.

Nesse sentido, há uma grande procura por metodologias que permitam que isso ocorra, pois como Tozoni-Reis (2010) propõe, a metodologia pode ser considerada um caminho a ser percorrido pelo pesquisador, em busca de conhecimento sobre a realidade que se pesquisa. A metodologia da pesquisa se entrelaça à metodologia de ensino na medida em que promove atividades investigativas que possibilitem o desenvolvimento do pensar crítico e a construção do conhecimento científico.

Como explicitado antes e atendendo ao proposto com as atividades investigativas, uma das metodologias que pode auxiliar na aprendizagem significativa e complexa é a IIR, proposta por Fourez (1994), em que o indivíduo que faz a pesquisa possibilita negociações com o contexto, de forma autônoma, atrelando teoria e prática como ações unificadas.

Para isso, aquele que irá pesquisar, necessita de alguns critérios como o próprio autor propõe (Figura 3):



Fonte: Autoria própria

Ainda, com a proposta metodológica da IIR, Fourez (1994) contribui para a representação teórico-prático dos acontecimentos ou situações, constituindo-se de exemplos concretos de forma interdisciplinar, em que o científico-tecnológico trabalham em conjunto. Como ele mesmo escreve, “a própria ciência é formada por pequenas ilhas de racionalidade em um oceano desorganizado” (1994, p. 69), ou seja, o conhecimento é uma pequena parte a ser encontrada em “um mar de ignorância”, considerado apenas uma pequena parte de todo o conhecimento construído historicamente, visando produzir uma representação teórica apropriada em uma situação precisa.

Para que seja possível a construção do modelo de racionalidade, conforme Fourez (1997, p. 112-121), existem algumas etapas a serem seguidas:

1-Elaborar um Clichê da situação a se estudar: O clichê é caracterizado pela situação na qual os estudantes fazem perguntas gerais ou específicas que expressam suas concepções ou dúvidas iniciais. A problematização inicial é o ponto de partida do projeto (hipóteses ou suposições). Entende-se por clichê o conjunto de representações corretas ou errôneas, que os estudantes ou a equipe de investigação têm das situações, das tecnologias, dos conceitos científicos e das ideias que nos rodeiam. Trata-se de efetivar uma descrição espontânea, ou seja, o ponto de partida da investigação. Para isto a equipe se questionará, em um *brainstorming* que vai desde as questões mais gerais a outras mais precisas.

2- Elaborar o panorama espontâneo: Esta etapa, que é definida como a ampliação do clichê ou aprofundamento da primeira etapa, é onde ocorre o refinamento das questões e definição dos participantes. Os estudantes trabalham no sentido de organizar as próximas ações. O papel do professor nesta etapa é fundamental para se definir as questões relacionadas com o projeto a ser desenvolvido.

3- Consulta aos especialistas: No decorrer da abertura das caixas-pretas percebe-se a necessidade de esclarecer ou discutir a respeito de determinado assunto envolvido na situação, podendo se consultar um ou mais especialistas para esclarecimento das dúvidas estabelecidas. A equipe do projeto define quais serão os especialistas que serão consultados.

4- Indo à prática: Este é o momento de propor a pesquisa, por meio da ênfase ao comportamento investigativo do estudante. Também é momento para a realização de entrevistas, para pensar sobre o assunto e confrontá-lo com a prática, no intuito de aprofundar a situação proposta, que pode ser por exemplo uma entrevista com uma pessoa que entenda sobre o assunto ou a leitura de um texto explicativo.

5- Abertura de alguma caixa preta em função de buscas disciplinares: É neste momento da proposta que se pode trabalhar o rigor de uma disciplina específica, dentro da proposta interdisciplinar, ou seja, a base original de tratamento do assunto que se pretende examinar, e até mesmo estudar, rapidamente, tópicos clássicos do programa escolar. Para Fourez (1994), a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) é o principal objetivo desta proposta, que busca a autonomia dos indivíduos frente ao mundo científico-técnico em que vivem e, portanto, mesmo fazendo apelo às disciplinas específicas tradicionais, é preciso escolher estratégias que privilegiem esta orientação.

6- Esquematização da situação: É a elaboração de uma síntese parcial e objetiva que aponte os aspectos importantes definidos pela equipe, que pode ser um resumo que forneça uma representação teórica da situação, ou seja, da construção da IIR.

7- Abrir algumas caixas sem especialistas: Consiste em buscar conhecimento sem o auxílio de especialistas. Nem sempre tem-se especialistas disponíveis, e por isso deve-se incentivar os estudantes para que efetuem a construção das IIR. Essa atitude os levará a resolver tais situações de maneira autônoma. Logo, o comportamento investigativo do estudante se dará tanto pela consulta a especialistas quanto de modo autônomo do processo ensino-aprendizagem, por exemplo por meio de consultas à internet. Para esta etapa, a internet passa a ser considerada uma ferramenta aliada.

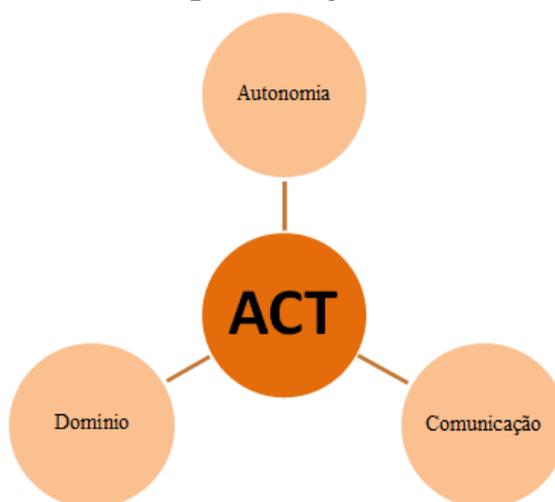
8- Síntese da Ilha produzida: Nesta etapa apresenta-se o resultado da IIR construída, que deve incluir a sua abrangência. A síntese deve resultar em um produto intelectual, concretizado na forma de um relatório, uma redação, um *blog*, um vídeo, um cartaz, etc. Este material pode servir ainda de subsídio para outros trabalhos complementares que também podem ser considerados como produto educacional da IIR, como é o caso de seminários, peças de teatro, etc.

Segundo Bettanin (2003), esse tipo de metodologia associa-se à ACT e promove conhecimento científico para determinada temática, que nesse contexto, requer o conhecimento de forma interdisciplinar sobre a temática Formigas. Para Fourez (1995, apud BETTANIN 2003, p. 40), a ACT se constitui “uma ferramenta através da qual os indivíduos articulam os conhecimentos disciplinares dos quais se apropriam em enfoques interdisciplinares.”

Não basta apenas dizer que possui ACT, mas sim compreender a visão das outras disciplinas envolvidas no processo além da disciplina específica de Ciências, que não seja de forma fragmentada e superficial, nem mesmo no sentido de vulgarizar esse conhecimento.

Além de servir como ferramenta, possui objetivos para a construção de conhecimento de forma organizada, como é mostrada na Figura 4:

Figura 4 - Objetivos da ACT



Fonte: Adaptado de Bettanin (2003)

Conforme a autora, destaca-se três objetivos da ACT, a saber:

- **Autonomia:** “para que seja capaz de tomar decisões razoáveis frente a uma situação-problema” (BETTANIN, 2003, p. 30), ou seja, ser protagonista na pesquisa, não dependendo sempre do conhecimento alheio.

- **Comunicação:** “é necessário que tenha conhecimento do assunto e capacidade para construir teorias.” (BETTANIN, 2003, p. 30), necessita-se em promover o debate sobre o assunto, pois sem o conhecimento mais aprofundado, não há como defender uma ideia.

- **Domínio:** “responsabilidade frente a situações concretas.” (BETTANIN, 2003, p. 30), a fim de compreender que deve ser responsável após as situações ocorridas, devido ao que se defendeu.

Esses objetivos auxiliam na construção do conhecimento e podem ser aplicados em determinadas situações, servindo como critérios para a promoção da ACT como propõe a autora:

- **Especialistas:** “pessoa com conhecimento disciplinar” (BETTANIN, 2003, p. 31), por exemplo, um ornitólogo entende de pássaros, mas se ele precisar estudar Formigas, provavelmente irá procurar um mirmeecólogo. Para isso é necessário que ocorra o diálogo de forma que se tenham pelo menos uma noção do que se está falando.

- **Negociações:** “práticas científicas e técnicas são produto de negociações.” (BETTANIN, 2003, p. 32), para se vender algo é necessário conhecer o produto em questão, sua ficha técnica tanto de composição quanto no funcionamento, para que possa dialogar com o comprador. Por exemplo, se vamos fazer um formigário, precisamos de um ambiente próprio, alimentos próprios para a espécie de cada formiga, o vendedor deverá saber colocar o que for necessário para o sucesso desse formigário.

- **Articulação entre saberes e decisões:** “saber usar os conhecimentos quando da tomada de decisão.” (BETTANIN, 2003, p. 32), compreender a situação para saber o que realizar no momento, como ao fazer uma escultura de alumínio a atividade propõe a construção de um formigueiro, é necessário ver se ele está vazio e possui condições para que isso possa ocorrer, como chance de desmoronamento por chuvas e tipo de solo, e não está contaminado.

- **Abertura de caixas-pretas:** “aprofunda certas noções em certos contextos e projetos.” (BETTANIN, 2003, p. 33), isso é muito importante para a ACT por conta de rever o que falta para finalizar um conteúdo. Por exemplo, qual a espécie de formiga atual que é mais próxima filogeneticamente da primeira espécie existente?

- **Construção de Ilhas de Racionalidade:** “soluções para problemas que derivam de situações cotidianas” (BETTANIN, 2003, p. 34), por exemplo, utilizar a Equação da continuidade de Bernoulli para realizar o fluxo de ar dentro do formigueiro, junto a substâncias químicas que elas produzem que causam dor ao picar, interação de fungos para tornar a chamada formiga zumbi.

A partir do referencial teórico, tem-se os encaminhamentos metodológicos utilizados na pesquisa, o que possibilitou maior direcionamento e objetividade na aplicação e preparo da disciplina de Didática das Ciências Naturais.

4 ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 CARACTERÍSTICA DA PESQUISA

A pesquisa consiste em abordagens qualitativas, visando obter a construção gradativa e significativa do processo. Segundo Lüdke e André (1986, p. 11) “pesquisa qualitativa supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação a ser investigada.” Para isso, observou-se e produziu-se durante um semestre, espaços de diálogo, como instrumento de transformação, com “finalidade principal a instrumentalização dos sujeitos para que estes tenham uma prática social crítica e transformadora”(TOZONI-REIS, 2010, p. 11). Isso implica a apropriação do conhecimento em específico e segundo Lüdke e André (1986) a “perspectiva dos sujeitos” para obter aspectos novos de um problema.

Utilizou-se como fonte de pesquisa um aplicativo de gravação de áudio, registro fotográfico e os registros das atividades realizadas pelos acadêmicos. Deste modo, afirma-se que a pesquisa é uma atividade básica na Ciência, como Minayo (1998) expõe a pesquisa como construção de realidade, mesmo que seja teórica, atrela o pensamento e a ação, vindo de um problema da vida prática.

No contexto vivido, tem-se a pesquisa qualitativa por meio da pesquisa-ação-participativa, que Brandão (1981) aponta como “conhecimento coletivo de mundo e condições de vida”, permeando pela emancipação na sociedade, com participação ativa e democrática no processo. Para Thiollent (2000), esse tipo de pesquisa articula a produção de conhecimentos para a conscientização e solução de problemas sociais significativos, com propósito de partilhar conhecimento em todo o processo, deixando de ser objeto de estudo para serem pesquisadores. Para Santos (2004), os interesses sociais articulam-se aos interesses científicos e seus conhecimentos se misturam às necessidades dos participantes.

4.2 SUJEITOS DA PESQUISA E DISCIPLINA DE APLICAÇÃO

Os participantes dessa pesquisa foram 15 (quinze) acadêmicos do curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais, da UTFPR - Campus Ponta Grossa/PR, do terceiro período, em que contribuíram por meio da disciplina de Didática das Ciências Naturais (código LC341), identificados com F1, F2, ... F15.

A disciplina em questão, possui carga-horária total de 45 horas, e foram ministradas três aulas semanais ao longo do segundo semestre de 2017. De acordo com a ementa, trabalhou-se os temas TD, ACT e IIR. Para isso, adaptou-se a temática proposta aos conteúdos propostos, como organizados no quadro 4:

Quadro 4 - Conteúdos programáticos das aulas de Didática para CN

Data	Conteúdo	Nº de aulas
07/08	Informes e organização da disciplina.	3
14/08	-Aplicação de questionário para sondagem inicial, sobre didática no ensino de Ciências e sobre formigas. -Apresentação do documentário O mundo secreto dos jardins- formigas, disponível: https://www.youtube.com/watch?v=l0EQ7Mfc_bQ . Baseado no vídeo, formular questões didáticas e adidáticas sobre o vídeo que podem ser tratadas em sala de aula. Discussão sobre o texto e questões.	3
21/08	-Transposição Didática e interação entre os saberes sábio, saber a ensinar e saber ensinado. Leitura do texto adaptado de tese de Doutorado, capítulo 5: “Atividades experimentais do método à prática construtivista” (PINHO ALVES, 2000). Elaboração de transposição didática sobre o tema formigas baseada em artigos.	3
28/08	-Continuação da elaboração da transposição didática. Apresentação das Transposições.	3
04/09	-Apresentação das Transposições.	3
11/09	-Semana acadêmica.	3
18/09	-Teoria do contrato didático: artigo : “O contrato didático e a resolução de problemas matemáticos em sala de aula” disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/setembro2012/matematica_artigos/artigo_medeiros.pdf como associar ao Ensino de Ciências.	3
25/09	-Alfabetização científica e tecnológica: “Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos” disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID54/v4_n3_a1999 “Ciência na nossa cultura? Uma práxis de educação em ciências e matemática: oficinas participativas” disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-40601998000100003&script=sci_arttext . Por meio dos artigos, haverá a construção de um júri simulado baseado nos autores, mas defendendo uma aula sobre o conteúdo de artrópodes.	3
02/10	-Júri simulado e possíveis considerações sobre Alfabetização científica e tecnológica.	3
09/10	Currículos de ciências e seleção de conteúdos: -O Currículo do ensino de ciências do 6º ao 9º anos do ensino fundamental; Os parâmetros curriculares nacionais e as diretrizes regionais para o ensino de ciências; O currículo de Ciências e o Plano Nacional do Livro Didático. Conteúdos específicos das áreas da física, química e biologia e características/grau de dificuldade nos níveis escolares;	3
16/10	Documentário: Formigas, a força secreta da natureza. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=YxdhD5HIFL8 Construção das mini aulas (cada grupo será responsável por um ano do ensino fundamental), atribuindo o conteúdo formigas com as propostas dos PCN	3
23/10	Apresentações das mini aulas e discussões.	3

30/10	Ilhas de Racionalidade no EC: apresentação: ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE EM TORNO DE MARC QUINN: QUAL O PREÇO DO SEU SANGUE? Disponível em: www.sinect.com.br/2016/down.php?id=3698&q=1 divisão de grupos e temas para formulação das IIR.	3
06/11	Elaboração das IIR	3
13/11	Elaboração das IIR e aplicação de questionário final.	3
20/11	Apresentação das Ilhas de Racionalidade	3
27/11	Apresentação das Ilhas de Racionalidade, Fechamento da disciplina.	3

Fonte: Autoria própria

4.3 INSTRUMENTOS DE COLETA E ANALISE DE DADOS

Para a coleta de dados, utilizou-se recursos de aplicativos, mídias para gravação de áudio em todas as aulas, fotografias, registros escritos, auxílio da MDP para encaminhamentos, questionário com questões abertas, artigos de aporte teórico, aulas expositivas por parte dos pesquisadores e pesquisados, debates, fichamentos, apresentação de seminários, elaboração das IIR, e mapas mentais que Moreira (1986) aponta como diagramas hierárquicos com conceitos provenientes da disciplina trabalhada, podendo ser usados para fins pedagógicos, apresentando ideias e conceitos sobre determinado tema.

O questionário que foi aplicado ao início e término da disciplina de Didática nas Ciências Naturais, foi tabulado em planilha para comparação de possíveis avanços na construção de conhecimento. As fotografias foram utilizadas no produto educacional que será descrito posteriormente, os áudios foram transcritos para facilitar na análise de conteúdo. As IIR foram realizadas conforme o passo a passo proposto por Fourez (1994), a fim de aperfeiçoar e organizar a pesquisa e os mapas conceituais para mostrar de forma mais visual como ocorreu o processo de ligação de saberes adquiridos e já existentes, pois “o processo básico do conhecimento humano é a construção de representações mentais que expressam relações que compõem o objeto de análise.” (VASCONCELLOS, 2004, p. 93)

Para a análise, tabulou-se os dados em planilhas a fim de visualizar as respostas pré e pós disciplina, junto com a MDP que esteve presente em todos os momentos das aulas, delimitando o que deveria ser respondido.

Transcreveu-se os áudios gravados em sala, para análise de conteúdo, junto a um caderno de anotações.

4.4 PRODUTO EDUCACIONAL

Sobre a construção de IIR baseada na temática Formigas, a partir do que os licenciandos produziram nas aulas, organizou-se se uma sequência didática, abordando o que é uma IIR, como ocorre o passo-a-passo, com o que foi desenvolvido pelos licenciandos ao longo das ações, com a temática proposta, mas que pode ser adaptada a qualquer temática e público.

Na sequência elaborada, utilizou-se de doze horas-aulas da disciplina de Didática das Ciências Naturais, com pesquisas de referenciais, e construção das IIR, que poderão ser abordadas com estudantes dos Anos Finais do Ensino Fundamental a fim de promover autonomia no processo de construção de conhecimento, abordando outras disciplinas que se complementam e demonstrando a aplicabilidade de conceitos ao seu cotidiano.

Recomenda-se a professores de todos os níveis escolares, com adaptações à sua necessidade, com exemplos de atividades a serem propostas em suas aulas, levando em consideração problemáticas que não possuem respostas definidas, necessitando de pesquisas para propor soluções ou auxílio ao mesmo.

Dentro da abordagem temática proposta nesta dissertação, são descritos processo de construção de IIR a partir de seis temas geradores, a saber: **Anternet** (rede de conhecimento similar a fibra óptica), **Guerra das Formigas** (sua luta por sobrevivência e conquista de território), **Formigas Coloridas** (formigas que ficam da cor de seu alimento ingerido), **Imunização Social** (separação de indivíduos doentes para não contaminar o resto da população), **Formigas Flutuantes** (elas se unem para formar uma balsa) e **Formigueiro de Alumínio** (fazer escultura em alumínio dentro de formigueiros abandonados).

Cada tema aborda vários conceitos e aplicações cotidianas, que muitas vezes não se observa de forma direta, priorizando o conhecimento e noções de pesquisa que dos licenciandos, público alvo de aplicação para testar a eficácia da metodologia investigativa de construção das IIR na formação inicial de professores.

Esse instrumental tem como objetivo auxiliar o licenciado em suas práticas pedagógicas a desenvolver em seus alunos o gosto pela pesquisa, trazendo para sua realidade o conhecimento científico que existe e, que por vezes, não se percebe.

A proposta metodológica é flexível a alterações na ordem, como as temáticas a serem discutidas. Utiliza-se a temática Formigas, devido ao fato que são análogas aos seres humanos e as atividades, mas há muito que se aprender com e sobre elas.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO

A análise foi organizada de acordo com a ordem cronológica dos acontecimentos.

Primeiramente, analisou-se uma a uma as perguntas do questionário, que foi o mesmo antes e depois do desenvolvimento da pesquisa. Destaca-se apenas os extratos de respostas dos sujeitos, que para análise acredita-se serem os mais significativos, no sentido de dado experimental, para demonstrar o que intentou-se discutir.

Quadro 5 - Construção de estratégias contextualizadas

Descreva como a construção de estratégias contextualizadas para ensinar Ciências Naturais contribui para uma aprendizagem de seus conteúdos.	
Antes	Depois
<p>F2: Através de estratégia que podemos pensar em várias possibilidades de ensinar uma determinada matéria e fazer a programação em determinado período.</p> <p>F4: Contribui para facilitar a compreensão dos conteúdos, podendo ser em forma de gincana e outros meios de ensino.</p> <p>F6: Melhor entendimento, interesse, atenção, para os conteúdos.</p> <p>F7: Com o avanço tecnológico que presenciamos nos dias de hoje com aplicativos, livros em 3D, poderíamos utilizar disso para ensinar.</p> <p>F9: Uma linha mais dinâmica com mais objetivos definidos para que o aluno tenha em si mesmo o próprio incentivo para aprender determinado tema ou assunto.</p>	<p>F2: Contribui em questão que quando elaboramos uma estratégia utilizando práticas educacionais e metodologias que melhor se encaixam no conteúdo, aluno será beneficiado, pois o conteúdo ficará claro para ele.</p> <p>F4: Existe a valorização dos aspectos socioculturais dos alunos. O professor deixa de ser um repassador de conteúdo e os alunos deixam de ser apenas receptores e ambos passam a ser em conjunto construtores de conhecimento.</p> <p>F6: Saber sábio onde tenho que ir atrás de artigos para o meu conhecimento, pois são os artigos que se encontra os melhores materiais para se aprender.</p> <p>F7: Ela colabora de forma que a fixar o assunto, sendo que a metodologia leva a instigar todos a pesquisa e interesse pelo assunto, tornando mais atrativo.</p> <p>F9: Auxilia na dinamização das aulas, saindo da forma clichê, por exemplo, as Ilhas de racionalidade são estratégias que visam conciliar o que o aluno já sabe, com o que precisa aprender.</p>

Fonte: Autoria própria

Observa-se no quadro 5, que F4 antes da disciplina responde que: “Contribui para facilitar a compreensão dos conteúdos, podendo ser em forma de gincana e outros meios de ensino.” Após o fechamento da disciplina aponta resposta distinta: “Existe a valorização dos aspectos socioculturais dos alunos. O professor deixa de ser

um repassador de conteúdo e os alunos deixam de ser apenas receptores e ambos passam a ser em conjunto construtores de conhecimento.”

Percebe-se a preocupação em F4 com o entendimento que o estudante deve ter e a melhor forma que o conhecimento pode ser abordado, levando em consideração os conhecimentos prévios do mesmo. Lopes (2007) aponta que o conhecimento foi construído ao longo da evolução cultural do homem, resultado de esforços na produção social. Além da construção do conhecimento, há indícios de inteligência coletiva, devido ao fato de que F4 aponta que alunos e professores em conjunto constroem o conhecimento. Para Levy, (2007, p. 181) “o coletivo inteligente não é mais o sujeito fechado [...] é aberto a outros membros, outros coletivos, a novos aprendizados, que continuamente se compõe e decompõe no espaço do saber.” Isto agrega mais significados aos membros que estão construindo o conhecimento de forma coletiva.

Após a importância da construção de estratégias, relata-se vivências em sala de aula que contribuíram para o aprendizado, conforme descritas no quadro 6:

Quadro 6 - Experiências na escola

Escreva pelo menos duas experiências que você teve na escola que envolveram temas para desenvolver seu aprendizado.	
Antes	Depois
F3: Teste dos sentidos, boneca de cebola.	F3: aulas de laboratório como a experiência de dissecação e coração suíno e de peixe, me apaixonei.
F5: Dia de campo e visitando stands.	F5: Estudei no SENAI, onde havia desenho técnico e esta matéria me ajudou com os cálculos.
F6: Não lembro.	F6: Biologia e Química com formigas e envolvendo alguns componentes químicos como o alumínio nas esculturas feitas pelas formigas.
F9: Visitar lugares que possui História do Brasil.	F9: Terra fazer pesquisas, planejamento e apresentação; Fotossíntese: utilizamos plantas para observar seu crescimento, e tudo que nela acontece.
F10: Experiência de analisar as células vegetais em um microscópio.	F10: O uso de músicas para gravar elementos da tabela periódica. Apresentações em feiras culturais de ciências que faziam pesquisar muito sobre o assunto e se preparar bastante para apresentar.

Fonte: Autoria própria

Em F6, tem-se inicialmente como resposta: “Não lembro.” E ao final: “Biologia e Química com formigas e envolvendo alguns componentes químicos como o alumínio nas esculturas feitas pelas formigas.” É bem presente a relação das diferentes práticas do que o próprio conteúdo em si, marcando de forma positiva. Vasconcellos (2004, p. 98) aponta que:

Na educação escolar, não se trata apenas da existência de algo que pode ser ensinado, dito, revelado a alguém: a questão central é a atividade do sujeito sobre o objeto, estabelecimento de relação na representação. O educando deve construí-lo, pois só assim este passará a fazer parte dele, caso contrário é sempre algo que lhe “dizem”, que não se lhe incorpora, que não é assimilado.

Para Levy (2007), cada maneira de conferir sentido, cria outras possibilidades, qualidades de ser, em que cada área se desenvolve qualidade de significações, maneiras de significar. Há a necessidade de organizar o conhecimento por meio da complexidade que Vasconcelos (2013) aponta como incentivo recuperar a complexidade do objeto do autoconhecimento, como aptidões para a vida, implicando na valorização dos pesquisadores, criando um ambiente aberto às práticas interdisciplinares.

Compreende-se que a forma que é trabalhada influencia no resultado, desperta o interesse que por consequência auxilia na assimilação do que é abordado. É necessário resgatar abordagens em que o aluno seja protagonista na construção do conhecimento. Para tanto, há a necessidade de agregar valores nos temas, como a ACT e de que maneira pode auxiliar no processo da aprendizagem.

Quadro 7 -Tema biológico e tecnologia

Comente como um tema biológico poderia levar ao aprendizado de Ciência e Tecnologia	
Antes	Depois
F1: O tema precisa estar inserido no cotidiano dos alunos, estar de acordo com a realidade que vivem.	F1: Um exemplo foi quando estudamos formiga. Pudemos realizar associações e ligações nas quais o estudo se encaixava, como Ilhas de Racionalidade utilizando a Anترنت. Através disso pode-se ver o quão produtivo foi este estudo, podendo utilizar outras metodologias.
F4: Sem resposta.	F4: O tema artrópodes é um bom exemplo, pois é possível trabalhar diversos assuntos com um único tema.
F5: O desmatamento envolve muita biologia , podemos auxiliar na prevenção do meio ambiente com o homem.	F5: Poderia levar de uma forma mais didática, fazendo o uso da tecnologia da melhor forma, desenvolvendo práticas em grupos.

F13: Estudar os sabores e os sentidos, passar a teoria e após isso fazer experiências.	F13: Se o professor conseguir correlacionar aos temas que precisa trabalhar não focando somente nos livros, textos, trazendo para a aula materiais que estão mais na realidade, envolvendo tecnologias do dia-a-dia até mesmo experimentos.
F15: Olhar insetos pelo estereoscópio.	F15: Através da tecnologia podemos criar modelos mecanizados, passar vídeos demonstrando a vida das plantas e animais, etc.

Fonte: Autoria própria

Para F15 (quadro 7), inicialmente é considerado tema biológico como fonte de tecnologia: “Olhar insetos pelo estereoscópio.”, e ao finalizar a disciplina aponta como resposta: “Através da tecnologia podemos criar modelos mecanizados, passar vídeos demonstrando a vida das plantas e animais, etc.” É bem marcante a presença de aparatos científicos no intuito de despertar o interesse. O tipo de atividade e o grau de interação auxiliam nesse quesito. Para Vasconcellos (2004, p. 101) “o mais importante é o grau de concretude da atividade proposta pelo sujeito, pois isso implica que pode ser mais significativa, possibilitando ao sujeito estabelecer novas relações, portanto novos conhecimentos.”. Ainda, há a questão do concreto, que novamente, para Vasconcellos (2004, p. 102): “A relação do sujeito com a realidade é mediada por conceitos que funcionam como pontes, trilhas, filtros, a própria percepção é marcada por eles (por exemplo: cor, forma, peso). O concreto nada ensina se não houver esquemas de assimilação.”

Para Fourez (1994, p. 122), a ACT entra como “estratégia pedagógica e epistemológica para tratar o EC”. Nesse sentido, a forma que é proposta e trabalhada pode auxiliar ou dificultar o processo da construção do conhecimento e sua assimilação. Para isso, há a necessidade de planejamento para a realização das aulas e integrar conhecimentos de diferentes conteúdos.

Quadro 8 - Planejamento

Descreva como você desenvolveria um planejamento escolar baseado em um tema para integrar diferentes conteúdos.	
Antes	Depois
F2: Faria a escolha de um assunto que fizesse parte da comunidade, estudaria e faria uma apresentação.	F2: Mapa conceitual.

F5: Explicação, destacando principais pontos, coisas mais importantes, aplicação de práticas em grupos menores.	F5: Plano de aula, aborda tema, pesquisas, Ilhas de racionalidade, avaliação.
F10: Sistemas, excretor, cardíaco;	F10: Eu trabalharia temas soltos e separados com os alunos, permitindo que eles entendam, então faria interligar, por meio de questionamentos.
F11: A criação de tecidos e órgãos artificiais e sua reação no corpo, processo de rejeição.	F11: Faria uma Transposição didática, buscando primeiro em livros e artigos, iria elaborar questões para discutir, levando conceito de interdisciplinaridade.
F13: Deixaria os alunos trazerem.	F13: Pegaria um tema pouco conhecido para que os alunos pesquisassem e relacionassem com coisas do dia-a-dia, percebendo que o tema não é tão complicado.

Fonte: Autoria própria

Em relação ao planejamento (quadro 8), F5 a princípio aborda como: “Explicação, destacando principais pontos, coisas mais importantes, aplicação de práticas em grupos menores.”, após a disciplina define como: “Plano de aula, aborda tema, pesquisas, Ilhas de racionalidade, avaliação.” Expressa-se a construção coletiva do conhecimento por meio da articulação entre vários conteúdos que interconectam ao longo do processo, que para Fourez (1994) a proposta das IIR ancora-se por meio de modelos articulados com a resolução de problemas em seu cotidiano. Para tanto, há a necessidade da TD, norteando a pesquisa de forma que seja cuidadosa, e sistêmica como propõe Rosnay (2010, p. 498), “nosso ensino deve oferecer quadros de referência analítica, mas também desembocar numa relação com a ação, fundamental em sistêmica.”. Pode-se entender que há processos, etapas que podem ser realizadas que ao final contribuem na concretude do aprendizado. Nesse sentido, há a necessidade de utilizar documentos oficiais que promovam e direcionem a prática pedagógica tanto para o professor que irá trabalhar, quanto para o aluno na construção do conhecimento científico.

Quadro 9 - PCN

Você já leu os PCN para Ciências Naturais? Se sim, descreva o que mais lhe chamou a atenção.	
Antes	Depois
F5: Não!	F5: Sobre os métodos de como se trabalha com as crianças.
F6: Não.	F6: Não me lembro de nada.

F9: Sem resposta.	F9:A forma de o educador estar sempre aprendendo para que possa ser mais didático em sua aula, fazendo com que o aluno se interesse por aquele determinado tema.
F12: Não.	F12: Utilizar formas didáticas, se adequar ao aluno, normas a serem seguidas em sala de aula.
F14: Não.	F14: Nunca li.

Fonte: Autoria própria

Sobre os PCN (quadro 10), F9 não respondeu. Porém, após as aulas construiu a seguinte afirmativa: “A forma de o educador estar sempre aprendendo para que possa ser mais didático em sua aula, fazendo com que o aluno se interesse por aquele determinado tema.”. Para a maioria, não ficou clara a importância que os PCN orientem o trabalho em sala de aula. Porém, há extrema necessidade em conhecer, compreender e utilizar do documento. Nos PCN (BRASIL, 1998, p. 33), defende-se a ideia da interdisciplinaridade, o que auxilia os professores nas práticas educacionais, uma vez que encontram-se organizados em por “blocos temáticos” que:

indicam perspectivas de abordagem e dão organização aos conteúdos sem se configurarem como padrão rígido, pois possibilitam estabelecer diferentes sequências internas aos ciclos, tratar conteúdos de importância local e fazer conexão entre conteúdos dos diferentes blocos, das demais áreas e dos temas transversais. (BRASIL, 1998, p. 33)

Ainda no mesmo documento, há a necessidade de formar objetivos que estejam conectados com a área de ensino, portanto, os PCN (BRASIL, 1998, p. 33-34) apontam alguns objetivos norteadores:

- os conteúdos devem se constituir em fatos, conceitos, procedimentos, atitudes e valores compatíveis com o nível de desenvolvimento intelectual do aluno, de maneira que ele possa operar com tais conteúdos e avançar efetivamente nos seus conhecimentos;
- os conteúdos devem favorecer a construção de uma visão de mundo, que se apresenta como um todo formado por elementos inter-relacionados, entre os quais o homem, agente de transformação. O ensino de Ciências Naturais deve relacionar fenômenos naturais e objetos da tecnologia, possibilitando a percepção de um mundo permanentemente reelaborado, estabelecendo-se relações entre o conhecido e o desconhecido, entre as partes e o todo;
- os conteúdos devem ser relevantes do ponto de vista social e ter revelados seus reflexos na cultura, para permitirem ao aluno compreender, em seu cotidiano, as relações entre o homem e a natureza mediadas pela tecnologia, superando interpretações ingênuas sobre a realidade à sua volta. Os Temas Transversais apontam conteúdos particularmente apropriados para isso.(BRASIL, 1998, p. 33-34).

Para tanto, a BNCC (BRASIL, 2018) propõe que não apenas se apresente o conhecimento científico, mas sim se ofereça:

oportunidades para que eles, de fato, envolvam-se em processos de aprendizagem nos quais possam vivenciar momentos de investigação que lhes possibilitem exercitar e ampliar sua curiosidade, aperfeiçoar sua capacidade de observação, de raciocínio lógico e de criação, desenvolver posturas mais colaborativas e sistematizar suas primeiras explicações sobre o mundo natural e tecnológico, e sobre seu corpo, sua saúde e seu bem-estar, tendo como referência os conhecimentos, as linguagens e os procedimentos próprios das Ciências da Natureza. (BRASIL, 2018, p. 329)

Para dar continuidade, solicitou-se para os participantes da pesquisa que escrevessem tudo o que sabe sobre formigas, novamente, o resultado pré e pós pesquisa encontram-se apresentados no Quadro 10:

Quadro 10 - Formigas e o conhecimento
Comente tudo o que você sabe sobre formigas.

Antes	Depois
F1: São artrópodes.	F1: São super inteligentes, por meio delas pode-se desenvolver a Anternet.
F5: Tem o corpo dividido em três partes e seis patas.	F5: São presentes no nosso cotidiano, ligadas diariamente com meio ambiente, são organizados, trabalham duro para conseguir seu próprio alimento, há vários tipos como a de fogo que pode flutuar.
F8: É um inseto.	F8: vivem em comunidade, trabalham junta, cada uma com sua função, as rainhas põem ovos.
F10: É importante.	F10: Formigueiros são bem desenvolvidos, principalmente nos climas equatoriais.
F11: Artrópode com antenas e seis patas.	F11: São artrópodes, possuem feromônios, reprodução sexuada e assexuada, ótimas arquitetas, ótima organização, inimigas de cupins, fêmeas trabalham, machos acasalam e morrem, voo nupcial, operaria vive pouco e rainha bastante.

Fonte Autoria própria

Como cada licenciando dentro de seu grupo pesquisou um subtema, o conhecimento e percepção foram diferentes de indivíduo para indivíduo. Pode-se colocar como razoável, que Ladrière (2001, p. 514) aponta como “princípio que constitui atos e instituições nos quais a racionalidade recebe figurações concretas.”

Houve uma percepção final maior do que a inicial, o que visualizou-se com indício de funcionalidade da metodologia. Isso devido a existência do caráter social

além apenas do científico, atrelado ao conhecimento. Vasconcellos (2004, p. 103) aponta que a “construção do conhecimento é do sujeito, mas nunca só dele, o homem é formado pelo social; [...] na relação de conhecimento tanto o sujeito como o objeto são plasmados, determinados pelo social.”. De certa maneira, sabe-se que os fenômenos abordados no quadro 9 acontecem, porém muitas vezes não associamos o que há por trás do fenômeno, o que é de extrema importância para a compreensão do ocorrido. Isso depende de como pode ser abordado em sala de aula.

Quadro 11 - Abordagem

Descreva como você abordaria esse tema em suas aulas de Ciências	
Antes	Depois
F7: Entraria em uma conversa.	F7: Usaria projetor para explicar o conteúdo.
F8: Observação delas, teórico, vídeos.	F8: Começaria falando que vivemos em sociedade, aí chegaria às formigas.
F10: Trabalharia em grupos.	F10: Investigação e Ilhas de Racionalidade.
F12: Mostraria a teoria e deixaria o aluno bem à vontade para questionar, faria um passeio com observação, um trabalho em forma de pesquisa.	F12: perguntar o que os alunos sabem, ensinar grande parte do tema, ir a prática mostra formigueiros, faz avaliação.
F15: Tentaria montar um formigueiro para observar o desenvolvimento.	F15: Passar vídeos elaborados que tivesse uma boa visualização de dentro e fora do formigueiro abordando todos os dias o tema.

Fonte: Autoria própria

O que chama a atenção nas respostas sintetizadas no quadro 11 é que, inicialmente, o participante F 10 propõe trabalhos em grupo e depois propõe aplicação de IIR. O antes e o depois acabam se interligando, tanto uma abordagem quanto outra, aborda rede de saberes como inteligência coletiva, que Levy (2007) considera como o espaço do saber emerge de derives coletivos, onde o intelectual coletivo transforma o tempo em espaço, organizando-se em torno de dispositivos que nesse caso são as IIR, que traduzem multiplicidade tanto de eventos como derives coletivos.

A abordagem é sempre de forma diferente e independente do momento da pesquisa, demonstrada que podem e pretendem utilizar-se de diversas ferramentas metodológicas. Independente de qual estratégia seja utilizada, há a necessidade de “preparar o campo para a ação de análise do educando, bem como interagir com ele para desencadear sua ação.” (VASCONCELLOS, 2004, p. 104). Para que ocorra a assimilação, há três fatores importantes que devem ser levados em consideração que Vasconcellos (2004, p. 105) aponta como provocar, dispor e interagir:

-Provocar: colocar o pensamento do educando em movimento; [...] propiciar que o aluno pense sobre a questão. Propor atividades de conhecimento, provocar situações em que os interesses possam emergir e o aluno possa atuar;

-Disponer: dar condições para que o educando tenha acesso a elementos novos, para possibilitar a sua representação e a realidade. Oferecer subsídios. [...]

-Interagir: [...] acompanhar percurso de construção [...] o professor pode entrar estabelecendo novas contradições entre representação sincrética do sujeito e os elementos de objeto não captados pelo sujeito.

Além disso, há a necessidade de abordar diferentes dimensões do tema de interesse:

Quadro 12 - Interdisciplinaridade

Comente como as formigas podem estar ligadas a temas sociais, físicos, históricos, químicos, biológicos, tecnológicos entre outros.	
Antes	Depois
F8: Tem nível social de viver em grupos.	F8: temos mais coisas em comum com as formigas do que imaginamos, observando seu reino gigantesco pode-se associar fatos cotidianos.
F10: são unidas e ajudam o meio ambiente.	F10: históricos desde que existe, química: feromônios, biológico: tipo de formigueiro.
F11: São unidas e antigas.	F11: sociais: trabalham em conjunto, físico: carregam muito peso, químico substâncias que liberam, biologia morfologia tecnologia ácido fórmico como combustível.
F12: Utilizada em estudos;	F12: as formigas estão em todos os lugares, seus benefícios e malefícios estão associados a tudo a nossa volta.
F15: São unidas trabalham em grupo.	F15: são exemplos de política e sociedade por conta da organização.

Fonte: Autoria própria

De maneira geral, percebe-se associações com diversas áreas de conhecimento com apenas uma temática. Isso deve fazer parte da cultura do ensino, pois pode ofertar uma visão diferenciada como propõe Rosnay (2010, p. 499):

A cultura é uma argamassa, um cimento que permite construir sentido integrando conhecimentos. O ensino de amanhã deverá, pois, levar os jovens a encontrarem uma profissão, mas, sobretudo, deverá dar-lhes o sentido de respeito do outro, o sentido da abertura e da tolerância, fazendo com que eles participem plenamente da apaixonante aventura que é a busca do saber. (ROSNAY, 2010, p. 499)

Ainda, conforme Levy (2007, p. 146) expõe, “o espaço do saber acolhe metamorfoses topológicas: cada intelectual ou imaginante coletivo nele abre novo céu. Em cada área se desenvolve uma qualidade de significações, maneiras de significar.”

5.1 DESENVOLVIMENTO E SÍNTESE DAS IIR:

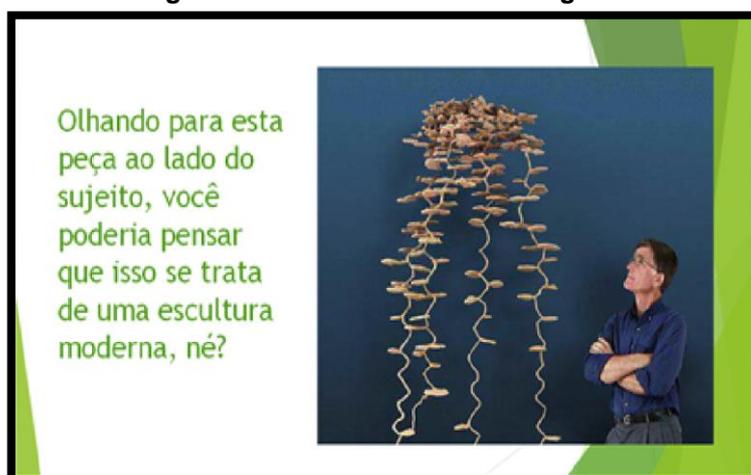
A temática Formigas permitiu abordar vários contextos, como leis físicas, elementos químicos, propriedades físicas, sobrevivência, tecnologia, principalmente por meio de curiosidades. Selecionou-se seis temas para cada grupo investigar e construir a IIR. Selecionou-se os temas por meio de sorteio, são eles:

- Alumínio e o formigueiro;
- Formigas coloridas;
- Imunização social;
- Formigas flutuantes;
- Guerra das formigas;
- Anternet.

5.1.1 Alumínio e o Formigueiro

- **Clichê:** Já pensou quantas formigas existem em todo o mundo?
- **Panorama espontâneo:** Olhando para esta peça ao lado do sujeito, você poderia pensar que isso se trata de uma escultura moderna, né?

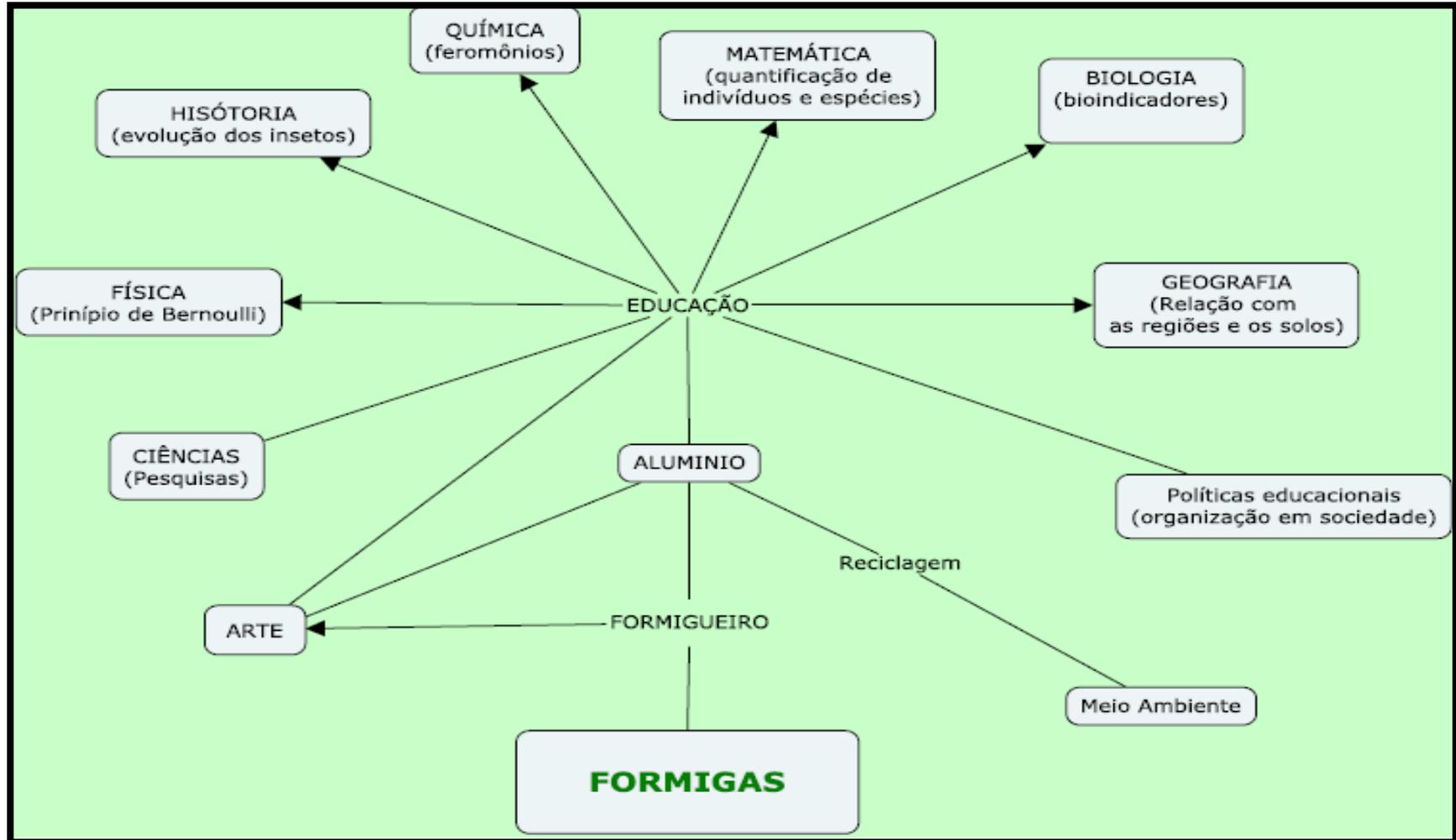
Figura 5 - Escultura de um formigueiro



Fonte: Acervo da autora

- **Consulta a especialistas:** Biólogos, Físicos, Arquitetos, Engenheiros Civis.
- **Indo à prática:** A partir deste início levantamos várias discussões sobre “Formigueiro”, relacionamos o assunto em “*História*”, como surgiu a formiga? e sua evolução; na “*Química*”, como elas se comunicam (através do feromônios), “*Matemática*” a quantidade de indivíduos e espécies, “*Geografia*” relação sobre as regiões e os solos, “*História*” a evolução dos insetos, “*Física*” o princípio de Bernoulli, “*Ciências*” sobre pesquisas relacionado ao tema estudado, assim como em outras disciplinas, todas relacionadas a educação. No desenrolar do aprendizado citamos o elemento químico o “Alumínio” e como podemos utilizá-lo na ciência e na arte, através de um vídeo mostra-se como é possível tornar o alumínio sólido em líquido e após isso ele é derramado em um formigueiro desabitado, fazendo uma mostra de como o formigueiro se desenvolve no seu interior, apresentando assim um belo exemplo de arte ramificada, e também através desta experiência podemos observar o quanto é curioso a formação de um formigueiro. Neste método podemos correlacionar o tema também ao meio ambiente, o tempo de decomposição de vários materiais que podem ser reciclados e não descartados em nosso habitat.
- **Abertura de caixa preta:** Compreender o funcionamento da Equação da Continuidade.
- **Esquematização:** textos
- **Caixa preta sem especialista:**
- **Síntese da IIR:**

Figura 6 - Mapa conceitual sobre o Formigueiro de alumínio



Fonte: Acervo da autor

5.1.2 Formigas Coloridas

- **Clichê:** Por que a formiga fantasma pode ficar colorida?

- **Panorama espontâneo:**

O nome da formiga que fica com o abdome colorido é a *Tapinoma melanocephalum* (nome científico), conhecida também como formiga fantasma pelo fato de suas pernas e abdômen serem translúcidos. É uma formiga super comum na casa de todo mundo, ela é bem pequenininha e consegue viver entre as frestas dos azulejos e até mesmo naquela fresta que fica do lado do batente da porta.

As formigas comem açúcar, ela ingere o açúcar aonde depois vai para o abdome (aquela “bundona”), onde ela tem dois estômagos, que é ali que ela vai processar todo aquele açúcar. Uma coisa interessante é que a formiga não usa todo o açúcar que come, e é onde ela acaba regurgitando (vomitando) o açúcar para outras formigas comerem também.

As formigas acham açúcar sentindo o cheiro dele, mas elas não têm nariz, então elas sentem o cheiro por sensores que é encontrada nas antenas e perto da boca.

Como as formigas comunicam as outras formigas que tem açúcar em certo lugar? As formigas vão batendo o bumbum no chão aonde vão liberando certas substâncias químicas que se chamam feromônios, então elas acabam deixando uma trilha química (rastro químico) que outras formigas seguem. Então é por isso que todo um grupo de formiga consegue achar o açúcar.

- **Consulta a especialistas:**

- **Indo à prática:**

1. Formigas podem fazer mal para a qualidade de vida da espécie humana?

As formigas, além do simples incômodo, podem transportar micro-organismos causadores de doenças aos seres humanos, contaminando alimentos depois do contato com fezes, saliva ou escarros, podendo tornar-se um perigo maior para a saúde pública em hospitais.

Dependendo de onde construam seu ninho, algumas espécies podem causar estragos em construções de madeira, em fios de telefone, em eletrodomésticos e até atacarem recém-nascidos.

2. A formiga fantasma é nativa do Brasil? Se a resposta for não (espécie invasora), de onde sua origem?

A espécie *T. melanocephalum* é uma espécie invasora, com origem da África Ocidental.

3. Qual o tamanho aproximado da formiga fantasma?

1,3 a 1,5 mm

4. Quais os hábitos alimentares da formiga fantasma?

Sua alimentação preferida são os doces quando isso não é possível comem insetos vivos ou mortos, ou substâncias açucaradas produzidas por insetos sugadores.

5. Quantas espécies de formigas são conhecidas?

Existem 10.000 espécies conhecidas, mas devem existir em torno de 18.000 espécies, pois muitas ainda não foram estudadas.

6. Nas espécies de formigas domésticas as rainhas podem viver de quanto tempo? E nas formigas de outras espécies quanto tempo?

Nas espécies de formigas domésticas as rainhas podem viver de 5 a 12 meses e nas outras espécies, a vida das rainhas pode durar vários anos.

7. Quanto tempo vive uma formiga macho?

Os machos vivem de 14-30 dias (apenas o período do acasalamento).

8. Como se chama o estudo das formigas?

Mirmecologia.

9. Quem descobriu a formiga fantasma?

10. Qual a classificação científica da formiga Fantasma?

Reino

Animalia

Filo

Arthropoda

Classe

Insecta

Super ordem	Endopterygota
Ordem	Hymenoptera
Subordem	Apocrita
Superfamília	Vespoidea _ authority
Família	Formicidae
Subfamília	Dolichoderinae
Gênero	<i>Tipinoma</i>
Espécie	<i>T. melanocephalum</i>

11. Descreva a formiga fantasma.

As Formigas-fantasma trabalhadoras são extremamente pequenas, de 1,3 a 1,5 mm de comprimento, e monomórficas (um único tamanho). Elas têm antenas de 12 segmentos com os segmentos espessando gradualmente para a ponta. Os escapos antenais ultrapassam a fronteira occipital. Cabeça e tórax são de um castanho escuro profundo com gáster e pernas opacas ou branco leitoso. O tórax é sem espinhos.

12. Que tipo de especialistas podem participar, e em qual área?

Alunos de Biologia, Ciências.

Professores: Biologia, Ciências, Artrópodes.

Mestrado: Artrópodes.

Doutorado: Mirmecologia, Entomólogo.

- **Abertura de caixa preta:**

Química: Liberando certas substâncias químicas que se chamam feromônios.

Biologia: Diversidade de formigas existentes.

Física: Suportam carregar 100 vezes o seu próprio peso.

Matemática: “Vocabulário: Vetor. É um segmento de reta com magnitude e direção, que você pode descrever, no caso do plano cartesiano, com um par ordenado de números reais. Os cientistas não sabem como as formigas voltam para o formigueiro pelo caminho mais curto, mas sabem que podem modelar esse fenômeno com vetores. (Lembrete: é possível definir vetores de modo bastante abstrato, isto é, sem fazer referência a nenhum tipo de geometria ou sistema numérico convencional.)” (SIMÕES, 2017).

Política de Educação: apresentam uma das sociedades mais organizadas e hierárquicas da natureza.

Nutrição: O ditado “você é o que você come” também serve para as formigas fantasmas, pois depois que elas comem certos alimentos coloridos, acabam ficando da cor que comeram.

Social: Formigas são consideradas insetos sociais, já que se organizam em grupos nos quais há divisão de trabalho entre seus representantes.

História: Registros fósseis indicam que as formigas surgiram por volta de 80 milhões de anos atrás.

- **Esquemática:**

Primeiro pesquisamos como fazer uma ilha de racionalidade, depois foram sorteados os temas que acabamos com o tema FOMIGAS COLORIDAS. Depois procuramos tudo relacionados ao nosso tema. Em seguida começamos a montar nossa ilha de racionalidade, procuramos pessoas profissionais nessa área, mandemos e-mails, mais não teve um retorno. Acabamos nos mesmo respondendo as questões, exceto uma que não conseguimos.

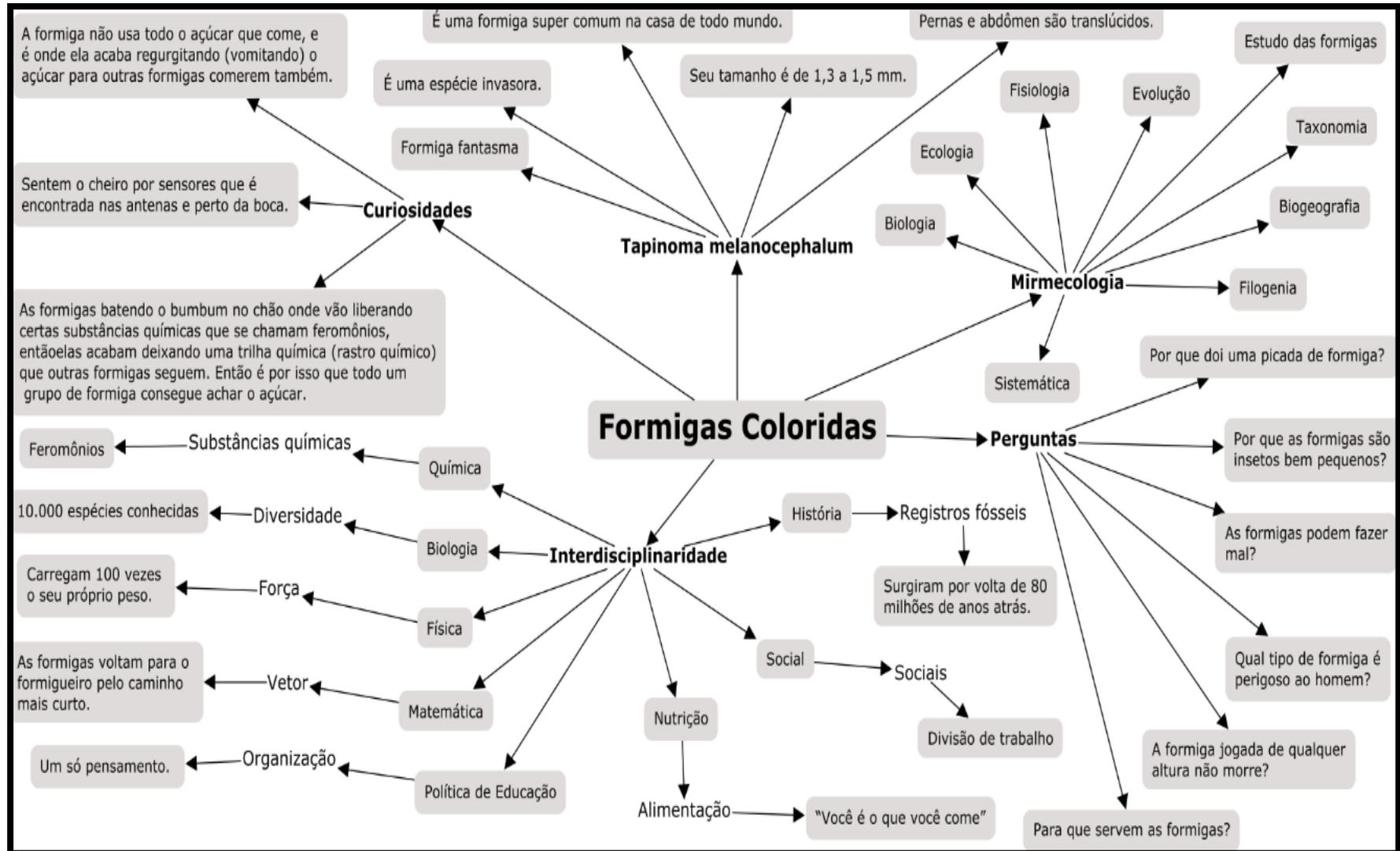
Fomos procurar artigos, livros e sites, tudo para nosso conhecimento e para montar nossa ilha da racionalidade. No final deu tudo certo.

- **Caixa preta sem especialista:**

Questão: 9. Quem descobriu formiga fantasma ? Não respondida. Justificativa: São poucos lugares que falam sobre a formiga fantasma, e quando tem algo relacionadas sobre elas é sempre temas de doenças, infestação e que elas ficam com o “bumbum” colorido. E nada muito sobre a formiga em si.

- **Síntese da IIR:**

Figura 7 - Mapa conceitual Formigas coloridas



Fonte: Acervo da autora

5.1.3 Imunização Social

- **Clichê:** O que é imunização social? Como ocorre? Por que ocorre?

Esse ato ocorre em todas as espécies de formigas?

Todas as espécies secretam a mesma substância?

O que acontece se não houver esse ato?

Só as formigas fazem esse ato?

- **Panorama espontâneo:** Formigas infectadas/ doentes/ mortas.

Substância secretada.

Vantagem.

Desvantagem.

O efeito no formigueiro.

- **Consulta a especialistas:** Químico.

Biólogo.

Entomólogo

- **Indo à prática:** Aprofundamento no tema.

Tentar encaixá-lo a prática.

Demonstrar equipamentos e realizar pesquisas em campo.

- **Abertura de caixa preta:** Abertura aprofundada de algumas caixas pretas e descoberta de princípios disciplinares.

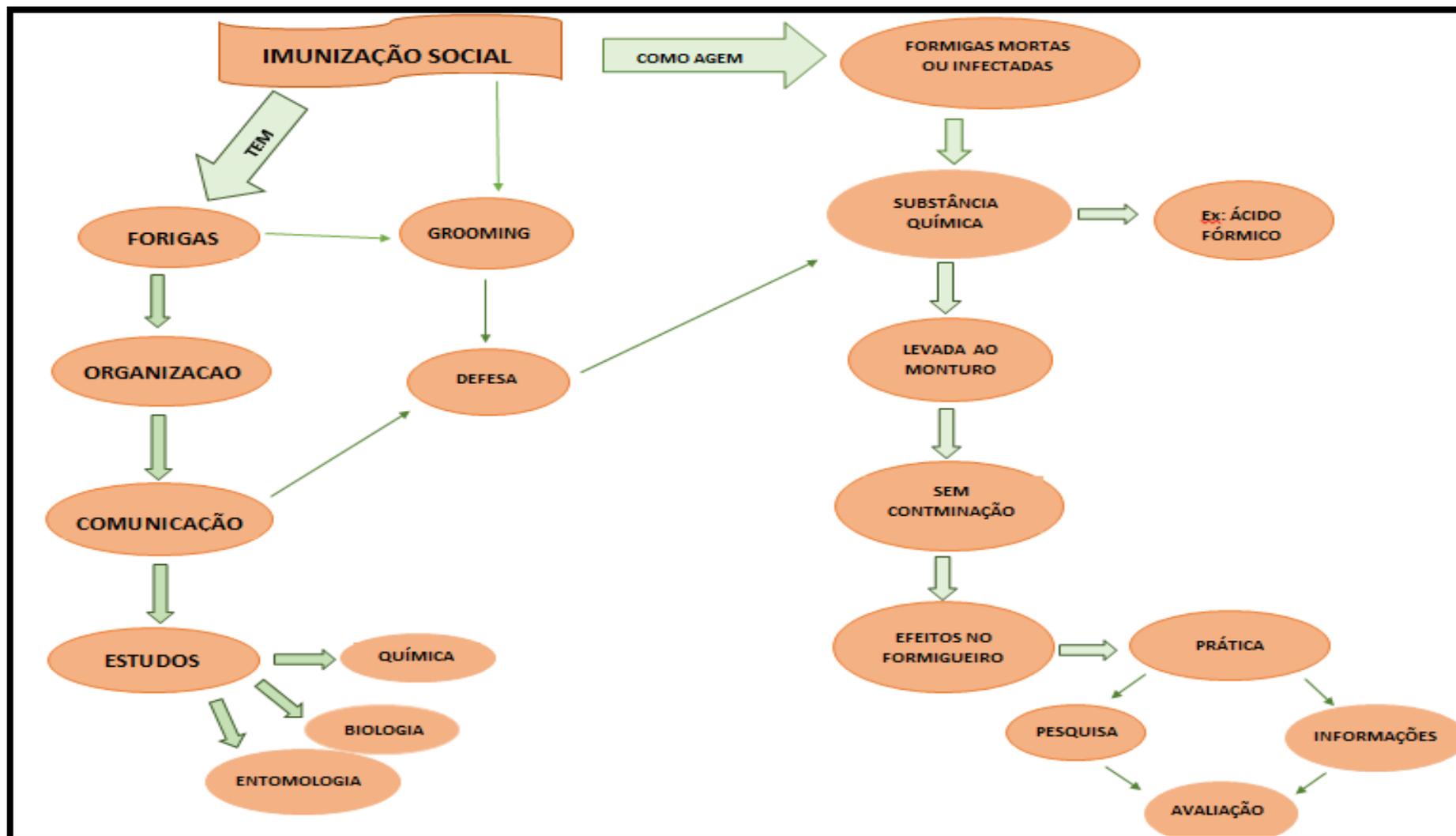
Estudo mais aprofundado sobre a substância secretada pelas formigas mortas.

- **Esquematização:**

- **Caixa preta sem especialista:**

- **Síntese:**

Figura 8 - Mapa conceitual sobre Imunização social



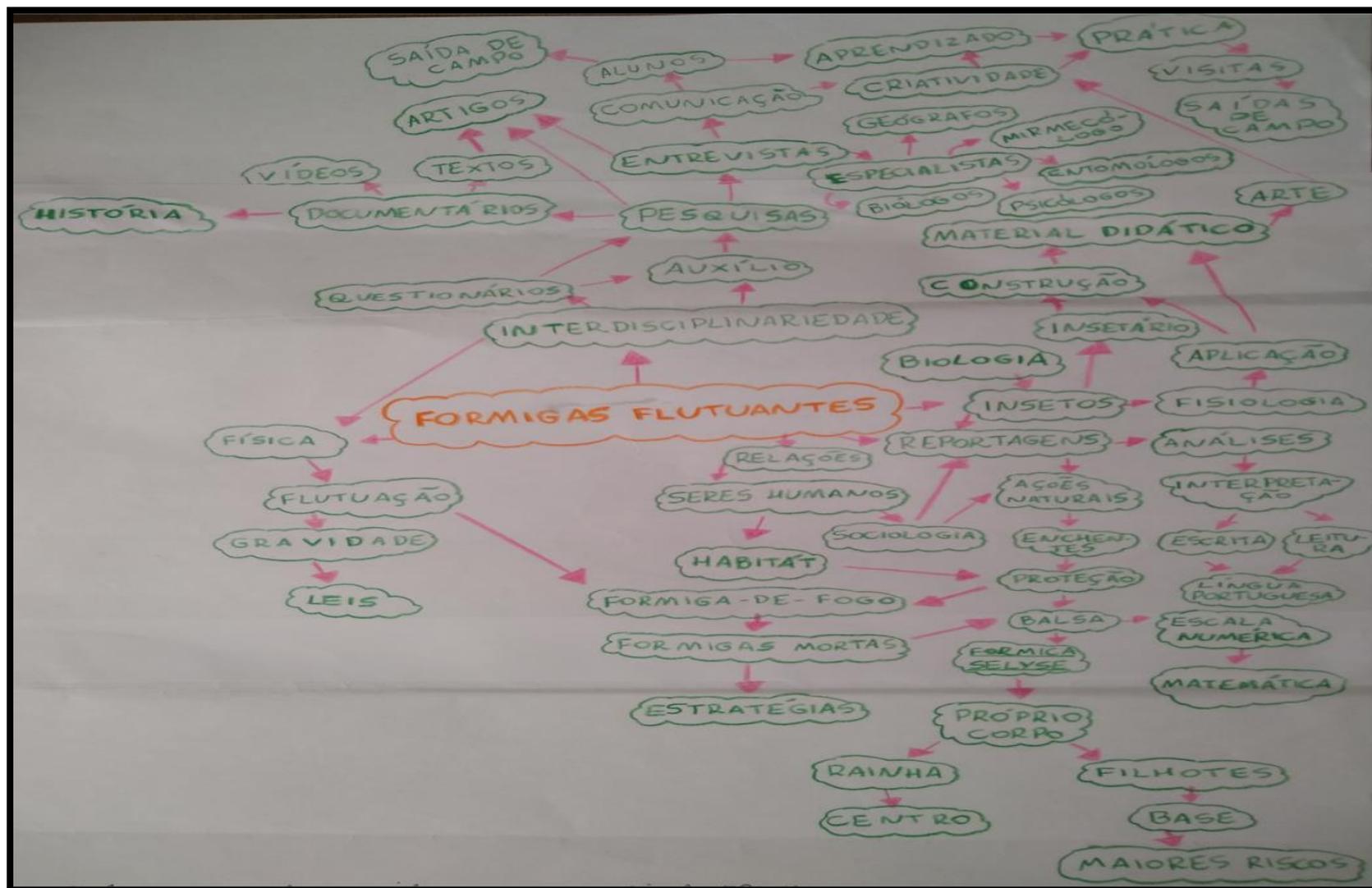
Fonte: Acervo da autora

5.1.4 Formigas Flutuantes

- **Clichê:** Quando você ouve a seguinte frase: “Formigas flutuantes” o que lhe vem à mente? Formigas flutuam? Como?
- **Panorama espontâneo:** Texto de apoio: Atta, o grande poder da natureza.
Reportagens de apoio: “o pesadelo do furacão 'harvey': colônias flutuantes de formigas-de-fogo”; “formigas formam 'ilha flutuante' para escapar de enchente nos EUA.”
Materiais: vídeos: *Solenopsis invicta* - Desde começo até o dia 103 e Formiga-de-fogo resiste a enchentes e desastres naturais. #CiênciaExplica
Questionários desenvolvidos pelos alunos a partir da análise dos vídeos, texto e reportagens.
- **Consulta a especialistas:** Especialistas convidados: Mirmecólogo, Entomólogos, Biólogos, Geógrafos, Psicólogos, agricultores, professores de filosofia e história.
- **Indo à prática:** Disciplinas envolvidas: Biologia (fisiologia das formigas, o que permite elas flutuarem), física (flutuação), história (estudo de documentários sobre as formigas de fogo), Português (revisão, análise e interpretação dos apoios bibliográficos), Sociologia (estudo do comportamento das formigas, gerando comparações com os seres humanos), Matemática (escala numérica organizacional das formigas na formação da balsa) e artes (confeção do produto final).
Visitas: a insetários em Universidade para estudo aprofundado da formiga-de-fogo e laboratórios de Entomologia.
Saídas de campo: os alunos efetuarão uma pesquisa no bairro para analisar o comportamento das formigas, de preferência da espécie formiga-de-fogo (*Solenopsis invicta*).
Bibliografia: pesquisas bibliográficas em bibliotecas e internet.
- **Abertura de caixa preta:** : resultados obtidos das pesquisas feitas juntamente com a ajuda dos especialistas.
- **Esquemática:** mapa conceitual.

- **Caixa preta sem especialista:** Pesquisas de questões que não foram respondidas, ou seja, perguntas que estão fora das caixas pretas, que deverão ser respondidas pelos alunos de maneira autônoma.
- **Síntese:**

Figura 9 - Mapa conceitual sobre Formigas Flutuantes



Fonte: Acervo da autora

5.1.5 Guerra das Formigas

- **Clichê:** Por que as formigas liberam feromônios?

Porque as formigas brigam?

Elas lutam com todos os insetos?

Quais insetos elas têm relação de mutualismo?

Quais espécies são mais fortes em uma guerra?

As formigas costumam atacar constantemente?

As formigas lutam sozinhas ou em grupos?

Quem ataca primeiro, as formigas ou os cupins?

- **Panorama espontâneo:** Sabemos que as formigas costumam atacar em grandes grupos, pois os ataques são mais eficazes;

As formigas atacam em busca de alimentos ;

Elas liberam feromônios como métodos de defesa;

Geralmente as formigas possuem mutualismo com espécies que fornecem alguma coisa em troca;

Ela carrega 100 vezes seu PRÓPRIO PESO;

O cupim é seu inimigo.

Seu corpo é protegido por quitina sendo bem rígido

Algumas espécies possuem veneno outras não

- **Consulta a especialistas:** Especialistas em Entomologia.

- Educadores na área de Biologia e Ciências.

- **Indo à prática:**

- **Abertura de caixa preta:**

ASPECTOS BIOLÓGICOS - A invasão das formigas nos cupinzeiros, o porquê que elas invadem?

As formigas são predadores naturais de cupins, por isso as formigas costumam invadir os cupinzeiros para ir atrás de alimentos e pretendendo acabar com a rainha consequentemente os cupins ali presentes.

ASPECTOS QUÍMICOS - A liberação de feromônios, por que elas liberam feromônios: O feromônio é utilizado para comunicação entre insetos de mesma espécie, avisando assim de possíveis riscos de invasores, utilizado como sinal para avisar onde foi achado alimentos entre outras várias funções. O primeiro feromônio descoberto no final da década de 1950 onde A. Butenandt descobriu a primeira estrutura do feromônio após ter sacrificado vários insetos.

ASPECTOS FÍSICOS - Em uma biomassa de uma determinada região todas as formigas juntas podem chegar a uma quantidade significativa do peso.

As formigas em aspectos quantitativos elas são vencedoras em estar presente nas biomassas, suas superpopulações podem chegar a ocupar um número significativo na biomassa do mundo, quando associada a uma redução na diversidade, abundância e biomassa deste grupo em sistemas naturais (HUMAN; GORDON, 1997), sendo que possuem um grande número de espécies existentes, que se mantém e cresce devido ao seu processo de reprodução que favorece esse fato, pois a rainha pode produzir muitos ovos, e estão sempre em busca de um meio de sobrevivência para se manter presentes.

ASPECTOS SOCIAIS - A forma em que as formigas se organizam, pode ser comparada a nossa sociedade?

Sim, acredito que vivemos em uma sociedade onde cada um busca por seu direito, as formigas em sua sociedade temos as que transportam sementes e acabam gerando novas plantações em contrário temos as que acabam com as plantações inteira devastam áreas para sua alimentação, e a sociedade humana em busca de seus direitos e políticas governamentais devastam áreas ambientais enquanto outros tentam proteger o meio ambiente sendo que tanto humanos quanto formigas têm sua vida social equiparadas.

Também podemos comparar humanos e formigas em meio social com seus trabalhos formais onde cada um tem a sua função a ser exercida e a obrigatoriedade deveres cumpridos.

ASPECTOS GEOGRÁFICOS - Localização em que as formigas escolhem para criar seus formigueiros, se a temperatura interfere nessa questão.

As formigas constroem ninhos complexos, caracterizados pela presença de terras soltas ou substratos vegetais secos subterrâneos e com câmeras especializadas, também chamadas de painelas, seus ninhos são considerados os mais sofisticados, as escavações dos ninhos exigem um trabalho coordenado, para uma devida proteção contra predadores, a temperatura interfere sim para a regulação de umidade e temperatura para a decomposição dos lixos e fungos no subterrâneo dos ninhos, sendo essa regulação necessária para uma união das colônias (SOARES *et al.*, 2006).

ASPECTOS DE SAÚDE:

Na guerra humano x formigas, as formigas são facilmente encontradas e estão em muitos ambientes, em casas principalmente e quando elas transitam nos jardins, não causam nenhum dano à saúde, porém, pode apresentar algum risco quando presentes em ambientes como estabelecimentos alimentícios e hospitais, devido serem portadores de microrganismos patogênicos (EICHELER, 1990; CAMPOS-FARINHA, 1999; ZARZUELA *et al.*, 2002; CINTRA, 2006; COSTA *et al.*, 2006; BUENO; BUENO, 2007).

Quando percorre em casas as formigas carregarem algumas partículas microscópicas, como bactérias, em seu processo de coleta de comida, elas podem circular em banheiros e passar por cestos de lixos que possuem compostos orgânicos e conseqüentemente bactérias, e podem passar em alimentos e utensílios domésticos, devido a isso temos muitos métodos de banir as formigas no ambiente doméstico, temos inseticidas, meios de cobrir os meios de entrada da mesma na casa, entre outros, assim banindo as formigas.

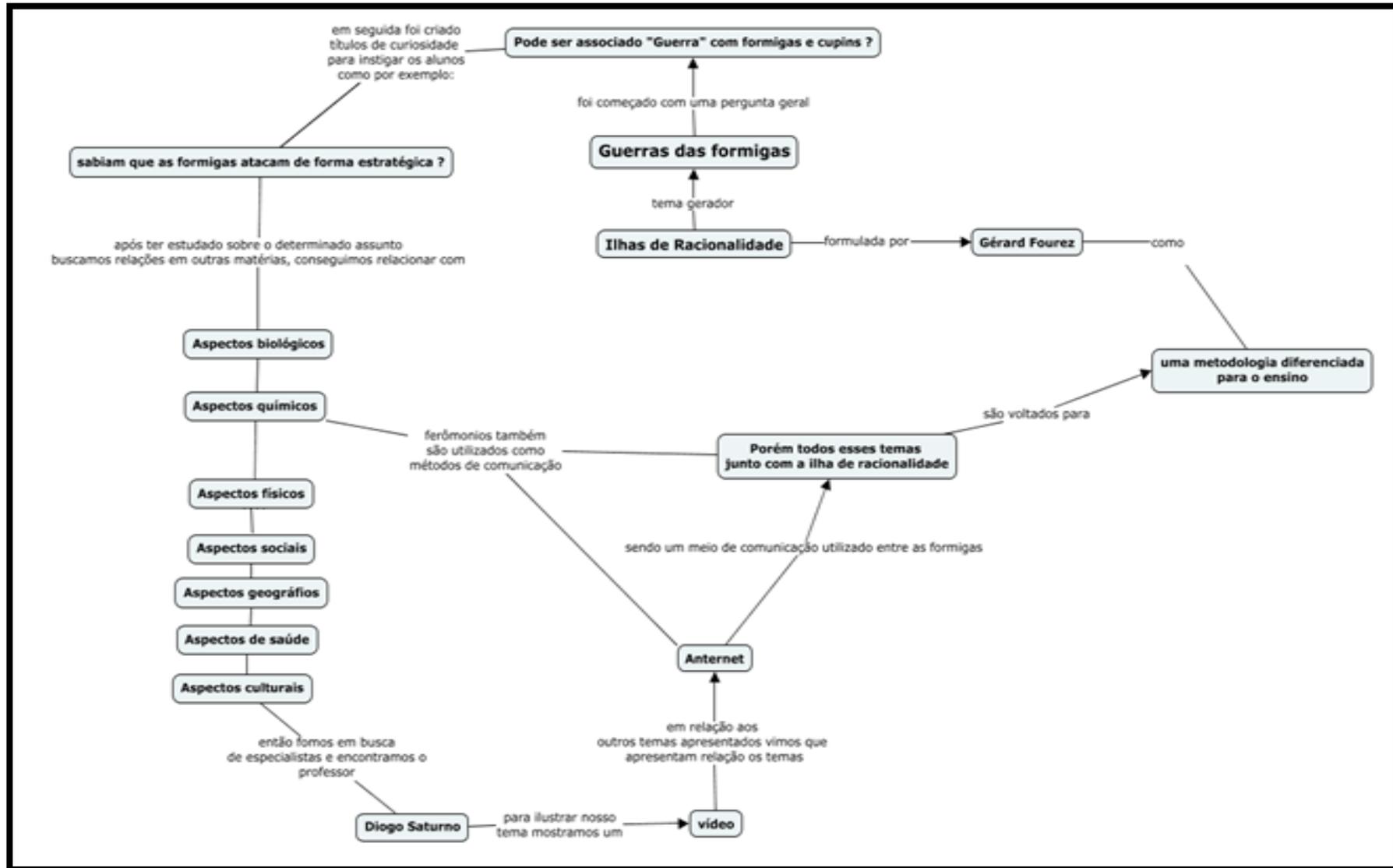
ASPECTOS CULTURAIS - Rituais da comunidade indígena:

Na cultura indígena temos a presença de rituais, como da tribo Saterê-mawé, em que os jovens devem passar por um ritual para provar que merecem serem guerreiros, onde suas mãos são colocadas em um par de luvas especiais, composto por 200 formigas da espécie *Paraponera* sp. conhecida como tucandeira, possui uma picada dolorida, as formigas utilizadas no ritual, a dor de sua picada é por vezes comparada à dor que se sente ao ser atingido por um tiro de revólver. Essa dor se deve a uma neurotoxina, que causa diversas reações ao corpo, durante e após o ritual (HERMANN; YOUNG, 1980, p. 35-55), as formigas são capturadas e acalmadas dentro de um balde com folhas e água, e são costuradas em uma luva de folha com

sua cabeça no interior, e assim que as formigas acordam, ficam irritadas e picam as mãos dos jovens, assim eles provando que são guerreiros.

- **Esquematização:**
- **Caixa preta sem especialista:**
- **Síntese:**

Figura 10 - Mapa conceitual sobre Guerra das formigas

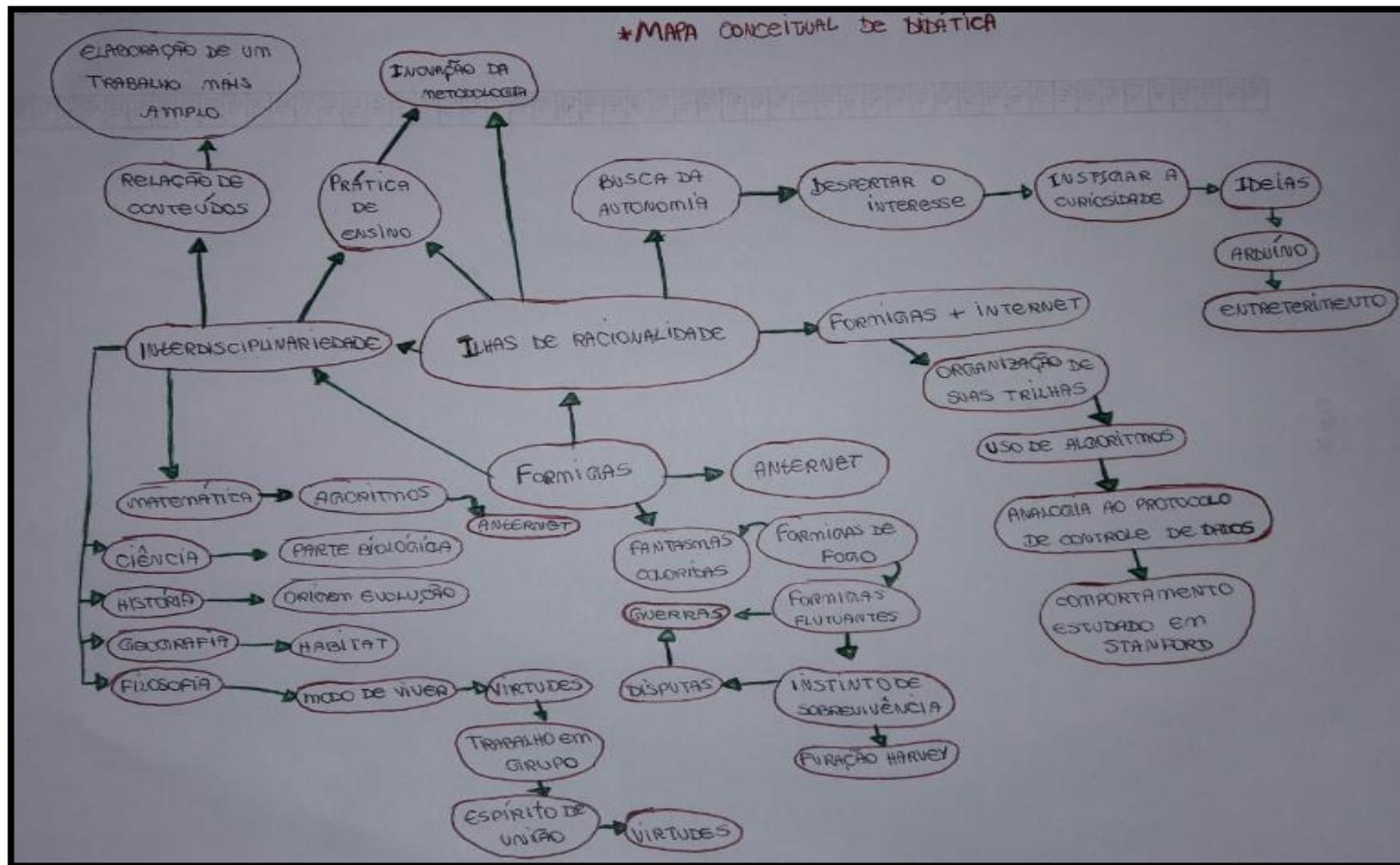


Fonte: Acervo da autora

5.1.6 Anternet

- **Clichê:** O que a internet tem em comum com a natureza?
- **Panorama espontâneo:** Estudo da anternet. Comportamento das formigas.
- **Consulta a especialistas:** Biólogos, Engenheiros de Computação, Psicólogos.
- **Indo à prática:**
- **Abertura de caixa preta:**
- **Esquematização:**
- **Caixa preta sem especialista:**
- **Síntese:**

Figura 11- Mapa conceitual Anternet



Fonte: Acervo da autora

Alguns mapas possuem mais ligações do que outros dependendo da visão e a forma que cada um construiu o significado de sua aprendizagem que deve ser trabalhada continuamente. Segundo o que propõe Pietrocola *et al.* (2004, p. 107), “a eficiência e o valor de uma IIR estão vinculados a sua capacidade de dar uma representação que contribua para solucionar um problema preciso.”. Nesse contexto, pode-se dizer que houve um crescimento gradativo, para uma primeira aplicação da metodologia, como propõe Vasconcelos (2013, p. 127) “na medida em que o trabalho comum avança, é possível inclusive apropriar ou mesmo criar conceitos que expressem de forma cada vez mais precisa a práxis comum ou hegemônica no coletivo.”

Compreende-se também o processo da inteligência coletiva, onde Levy (2007, p. 94), aponta que:

O intelectual coletivo é uma espécie de sociedade anônima para a qual cada acionista traz como capital seus conhecimentos, suas navegações, sua capacidade de aprender e de ensinar. O coletivo inteligente não submete nem limita as inteligências individuais, pelo contrário, exalta-as, fá-las frutificar e abre-lhes novas potências. Esse sujeito transpessoal não se contenta em somar as inteligências individuais. Ele faz florescer uma forma de inteligência qualitativamente diferente, que vem se acrescentar as inteligências pessoais, uma espécie de cérebro coletivo.

5.2 RESULTADOS DA MDP

Como a MDP se constitui em ferramenta de delineamento de pesquisa, realiza-se a partir desse momento o fechamento das questões e analisa-se, na sequência, se foi um bom resultado ou não, como demonstra o quadro 13.

Quadro 13 - Questões da MDP

Questões problematizadoras	Prática docente (resposta)
A2: Como o professor pode auxiliar os licenciandos na transposição didática do tema sem perder a cientificidade do conteúdo?	Tomar cuidado com fontes de pesquisa sem deixar esmiuçar demais o conteúdo para não fragmentar. (diário de bordo)
A3: Como o professor pode abordar o tema de maneira prática, dentro da metodologia proposta?	“Podemos realizar pesquisas em grupo.” (questionário pré F3)
A4: Quais as possibilidades e como o professor pode interferir negativamente no processo de construção das Ilhas?	Quando o respaldo não é suficiente para a assimilação dos alunos; explicar de forma confusa; dar respostas. (diário de bordo)
B1: Como um trabalho investigativo relacionado a uma temática contribui para a ação educacional entre licenciando e professor?	

B2: De que maneira a organização e conclusão de etapas de forma autônoma contribuem para a construção da aprendizagem complexa?	Construção de mapas conceituais (diário de bordo e planejamento)
B3: Como os licenciandos podem utilizar o tema a problematizar questões sociais aos seus futuros alunos?	
B4: De que forma os licenciandos podem administrar a metodologia proposta na organização e problematização do conteúdo?	Por meio de planejamentos e pesquisas condizentes à prática. (diário de bordo)
C1: De que maneira o tema pode auxiliar o professor a trabalhar articulando outros conteúdos dentro das ciências?	Pesquisas agregando conceitos e relações diretas ao cotidiano e por meio de fontes científicas como artigos por exemplo. (diário de bordo)
C2: De que forma as formigas podem auxiliar os licenciandos no contexto científico, tecnológico e social?	Busca por remédios e substâncias novas, funcionamento de rede de comunicação e o pensamento coletivo. (diário de bordo)
C3: Quais aspectos anatômicos, fisiológicos, físicos, químicos, geográficos e sociais devem respaldar o referencial teórico acerca do tema?	
C4: Como que por meio da temática, interligada a metodologia pode promover possíveis soluções de degradações ambientais?	
D1: Quais as possíveis vantagens na elaboração de Ilhas de Racionalidade na prática docente do professor?	Autonomia dos licenciandos. (diário de bordo)
D2: De que maneira as Ilhas podem contribuir de maneira eficiente a prática pedagógica dos futuros professores?	Contribui na autonomia e organização tanto dos professores quanto dos alunos.
D3: Por meio de quais questões geradoras serão construídas ilhas de racionalidade? Como identificar se a construção é superficial?	Temas que possam chamar a atenção de quem vai pesquisar. (diário de bordo)
D4: Como expressar o referencial teórico da metodologia de forma não tradicional?	Por meio de figuras, esquemas, mapas conceituais (diário de bordo)

Fonte: Autoria própria

Durante toda a pesquisa, houve a necessidade de documentar os procedimentos realizados. A MDP auxiliou no processo de delimitação na pesquisa, proporcionando maior foco em questões específicas, abordadas no quadro 13, que para um apanhado geral, categoriza-se em Professor-pesquisador; Licenciandos, Temática Formigas e IIR. Para tanto, segue a análise por categorias contidas na MDP.

Professor-pesquisador: interligado aos demais temas, desde o início pensando em articulações, mas priorizando que o licenciando tivesse autonomia e buscasse o conhecimento sem perder a cientificidade e cuidando para não auxiliar de forma exagerada, a qual atrapalha em todo o processo. Para Vasconcellos (2004) o papel do professor é estabelecer a contradição em relação às representações mentais

que os alunos trazem, pois por meio disso, pode haver avanços na construção do conhecimento.

Há a necessidade de dar direcionamento, mas também pesquisar por conta, pois o licenciando está a caminho para em breve exercer sua profissão. Não menos importante, o tema a ser trabalhado contribui substancialmente para o licenciando que está pesquisando, mas também para o professor que o orienta, pois surgem outras visões, formando uma inteligência coletiva, licenciando-professor, o que é positivo nas práticas não somente educacionais mas sociais, devido ao fato de que sempre há a troca e a rede de conhecimento, como conexões de neurônios, ou então um formigueiro organizado, onde cada membro contribui para a sociedade. Segundo Levy (2007, p. 181), “o saber da comunidade pensante não é mais um saber comum, pois é impossível que apenas um ser humano, ou um grupo domine todos os conhecimentos, todas as competências; é um saber coletivo por essência, exprimindo derives singulares, compondo mundos.”

Isso implica em práticas educacionais em que o estudante torna-se protagonista de sua pesquisa e construção de conhecimento, formando opinião própria e auxiliando na tomada de decisões, tornando-se independente. Como aponta Vasconcellos (2004), a ação do sujeito deve priorizar a apropriação de novos sentidos, novas relações até então vistas de maneiras diferentes.

A temática proposta, auxilia o professor a expandir seus horizontes e a pensar em outras relações além de morfologia e fisiologia de formigas ou qualquer outro inseto, pois há muito que se aprender com esses insetos e a pesquisar, há um grande leque de possibilidades e que pode ser trabalhado desde o Infantil até mesmo em Universidades, adaptando para seu público alvo, ensinando seus alunos a observarem com outros olhos a natureza de qual o ser humano faz parte. Pode-se comparar as formigas em nível de organização, com funções em sociedade, proteção de membros da família e edificações. Há a necessidade de realizar essa interação ser humano - formiga, com suas analogias e diferenças, mas que se complementam e equilibram o mundo. Conforme os PCN (BRASIL, 1998, p. 21)

As pesquisas acerca do processo de ensino e aprendizagem levaram a várias propostas metodológicas, diversas delas reunidas sob a denominação de construtivismo. Pressupõem que o aprendizado se dá pela interação professor/estudantes/conhecimento, ao se estabelecer um diálogo entre as ideias prévias dos estudantes e a visão científica atual, com a mediação do professor, entendendo que o estudante reelabora sua percepção anterior de mundo ao entrar em contato com a visão trazida pelo conhecimento científico.

A metodologia de construção de IIR auxilia o professor, apesar de que deve ser muito bem pensada antes de ser executada considerando o tempo e se é viável a aplicação de todos os passos ou adaptá-las. Nesse sentido, a metodologia é flexível, podendo ser modificada sua ordem ou deixar etapas sem cumprir como foi o caso ocorrido em algumas questões a partir da pesquisa, onde não houve consulta aos especialistas por falta de tempo e por não conseguir localizar quem poderia contribuir com o trabalho de IIR.

Suas vantagens são que trabalha-se vários conteúdos a partir do tema, pode-se trabalhar em conjunto com os demais colegas e como produtos há a possibilidade de feira de ciências, histórias em quadrinhos e assim por diante, o que pode auxiliar o aluno a criar gosto pelo estudo além de autonomia, mas principalmente, ele constrói de acordo com seu tempo e com acesso a pesquisa. Para Vasconcellos (2004), na educação escolar, não é somente ter um tema ensinável, mas sim priorizar a atividade do sujeito sobre o objeto, estabelecendo relações e representações. Somente dessa maneira o aluno passará a fazer parte dele.

Licenciandos: estão em formação profissional, construção da identidade docente, em que é mais fácil se moldar e ter acesso a trocas de experiência e novidades no mundo educacional. Nesse sentido, o professor irá auxiliar de forma a identificar se o conteúdo está adequado à turma que trabalhará com a proposta, servindo de parâmetro na pesquisa. Os próprios licenciandos se organizaram em conjunto para que a atividade de pesquisa seja produtiva, em que o foco é a excelência, apesar de que ainda há um pouco de dificuldade nas pesquisas, no sentido de ser confiável.

Porém, cada grupo realizou a sua maneira as etapas da IIR, colocando sua percepção, o que já havia sido construído, como a própria morfologia e classificação biológica, mas também ligando a essa percepção novas possibilidades de articulação, propostos em artigos, buscando além do conhecimento, aplicabilidade de conceitos, organização, história da evolução, construção de técnicas e aplicações tecnológicas

que permitem conviver em sociedade e equilíbrio, ser humano - natureza. Partindo da mobilização como aborda Vasconcellos (2004), a partir da representação imaginária, inicia-se a ação produtiva para a construção de conhecimento, em seguida, abstração como momento analítico da razão para a reprodução do concreto.

A metodologia executada, cria de certa forma desconforto para quem é licenciando, pois, o conhecimento não vem pronto e acabado e sim só cresce com vontade e determinação em pesquisar e conectar um elemento ao outro. Esse fato é importante, pois provavelmente, irá desenvolver esse tipo de prática em sua vida profissional e estudantil, criando soluções para determinados empecilhos e desenvolvendo em seus futuros alunos aprendizagem significativa, considerando o contexto e o que conhece, podendo somente construir o conhecimento, como também desconstruir ideias errôneas para poder embasar a reconstrução de conhecimento.

Para Vasconcellos (2004), a educação em sua totalidade busca a experiência de aprendizagem mais geral da realidade e do saber em abordagem interdisciplinar, procurando superar fragmentação do conhecimento, como o reducionismo.

Temática formigas: o professor cria a necessidade de saber mobilizar e chamar a atenção de seus alunos para gerar interesse em aprender. O primeiro procedimento a se fazer, é desmitificar o fato de aulas práticas serem associadas a laboratórios com aparatos tecnológicos e com reagentes químicos. Há a necessidade de conscientizar que o laboratório que pode ser, por exemplo, em um jardim, observar o céu, pois nesses espaços também se encontram elementos e ferramentas a ser questionados.

A prática pode ser desenvolvida de acordo com o nível em que se quer lecionar, como trabalhar em uma turma infantil, considera-se válida uma visita ao jardim, procurar formigueiros, mostrar animações, estratégias que os prendam a atenção. Essa temática se enquadra nos requisitos para que ocorra a TD, em que os alunos a fizeram, pois, segundo Pietrocola *et al.* (2000), deve ser potencialmente ensinável, que possibilite a elaboração de objetivos de ensino. Nessa perspectiva, os alunos por meio de suas pesquisas construíram suas próprias transposições de acordo com o que acreditavam ser ideais no momento.

Já os estudantes dos Anos Finais do Ensino Fundamental, há a necessidade de relacionar a tecnologias digitais, como animações e aplicativos de celulares, mas sem perder o foco e sempre questionando, fazendo-os pensar o porquê que as coisas

são do jeito que são e se existe possibilidade de mudar. Dessa maneira, há como os licenciandos auxiliarem seus futuros alunos no contexto social, como populações numerosas, distribuição de renda, hierarquias, desigualdade social, políticas públicas como saúde e educação, tudo depende de como é idealizado e abordado.

Ainda por meio da abordagem, é necessário cuidar da cientificidade e veracidade de dados e informações, para não correr o risco de comprometer o trabalho, fundamentando-o com pesquisas confiáveis, ou seja, “determinar se ela de fato mede verdadeiramente o que o pesquisador propôs-se a medir, se seus processos metodológicos são coerentes e se seus resultados são consistentes.” (OLLAIK; ZILLER, 2012, p. 4) e com referências de qualidade. Mesmo no mundo acadêmico, ainda há o fato de existir informações falsas, que muitas vezes passam despercebidas por quem está pesquisando e se constrói uma rede de conhecimento de maneira errônea em que na maioria das vezes é difícil de desconstruir para reconstruir de forma autêntica, por isso, há a necessidade de orientações nesse sentido para evitar contratemplos.

Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade: como é uma metodologia diferenciada que prioriza a autonomia do estudante, o professor pode interferir de forma negativa se for aos extremos: ou não orienta nas pesquisas ou então não deixa o seu estudante pesquisar por conta.

Há a necessidade de administrar e organizar a metodologia de pesquisa, de acordo com seu conhecimento e o que nele está sendo inserido, utilizando-se de registros escritos, audiovisuais que permitam acompanhar todo o processo. Uma alternativa, é a utilização de uma MDP, que auxilia no direcionamento e andamento das construções, resultado semelhante a um plano de aula que descreve as ações. A diferença é que a MDP questiona os pontos centrais da pesquisa e a quem está envolvido, propiciando ao pesquisador a encontrar caminhos ao logo da aplicação que possa responder suas perguntas geradoras, dando sentido e direcionamento a sua pesquisa.

Ainda sobre direcionamento, há possibilidade de estudar a degradação ambiental, promovendo pesquisas com as IIR no sentido de problematizar as consequências que poderiam existir, além do desequilíbrio ambiental, caso as formigas fossem extintas. Há uma grande diversidade de possibilidades a serem tratadas, como desequilíbrios em cadeias alimentares, presença de substâncias

químicas, interações com outros seres vivos, super população de espécies as quais as formigas predam, e diminuição e/ ou extinção nas espécies que as matam, dispersão de sementes, auxílio na decomposição de folhas e fungos entre outras possibilidades a se pesquisar.

Nesta direção, há a necessidade de entender a teoria que norteia a pesquisa, não apenas o modelo do que fazer, mas também compreender o porquê e como surgiu a necessidade dessa abordagem. Há como mostrar por meio de esquemas, mapas conceituais, quebra-cabeças, jogos como *quiz*, por meio de sequências didáticas promovendo a previsão do direcionamento de todo o contexto. Para Pietrocola *et al.* (2000, p. 107) “a eficiência e o valor de uma IIR está vinculada a sua capacidade de dar uma representação eu contribua para solucionar um problema preciso”, que no caso, é a abordagem da temática Formigas, principalmente no EC.

A representação por mapas conceituais facilita quando se estuda o todo, pois consegue-se visualizar o panorama do contexto, que Moreira (1986, p. 17) aponta como “certa analogia com mapas geográficos: as cidades seriam os conceitos, e as estradas, linhas ligando estes e simbolizando relações entre eles.”, podendo ser uma das possíveis representações, diferentemente dos mapas geográficos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebeu-se a importância da metodologia de construção de IIR em sala de aula, como o encaminhamento ao longo do processo interfere para o processo final. Ainda, que a metodologia auxilia na construção da inteligência coletiva e do pensamento complexo de forma autônoma e de acordo com o ritmo de cada pesquisador.

Segundo Rosnay (2010), para que ocorra religação dos saberes há a necessidade de observar características comuns a sistemas complexos diferentes:

1.º: os sistemas complexos interagem com fluxos de energia, como no caso do tema Formigas em seu ambiente natural ou em grandes cidades;

2.º: variedade de elementos que constituem e estão em interação permanente como as formigas compondo sociedade;

3.º: níveis de complexidade, ou seja, a organização;

4.º: redes de comunicação, neste caso, a inteligência coletiva está presente;

5.º: interdependência dos elementos, ao estudar as características separadamente;

6.º: sistema complexo conhecido, por exemplo, as formiga operárias cuidam da formiga rainha;

7.º: os comportamentos não são lineares nem extrapoláveis: de acordo com o tempo, como por exemplo chuva, formigas operárias formam balsas para proteger a sua rainha.

Utilizando como base a religação dos saberes proposto por Rosnay (2010), houve a religação de saberes por meio dos sete pontos inseridos ao longo do trabalho, os quais afirma-se que a metodologia proposta é significativa no processo de aprendizagem complexa e inteligência coletiva, articulada à TD.

Comparando o passo-a-passo das IIR, percebeu-se que todas as construções há falta de algum item, como por exemplo busca por especialistas. De certa maneira interfere nos resultados, porém, pode-se construir as IIR da forma que for mais adequada, independente da ordem dos acontecimentos, desde que seja de forma autônoma, considerando conhecimento individual e coletivo do grupo, visando uma aprendizagem complexa dentro da racionalidade. Como propõe Levy (2007, p. 70), “existe a dinâmica da cidade inteligente, que consiste da organização, conexões, visão

emergente, escuta, expressões, decisões, avaliações e democracia em tempo real.”, que podemos perceber no decorrer do trabalho, em que a organização se deu por distribuição de tarefas e o que cada grupo deveria fazer, conexões do que foi pesquisado, visão emergente por meio da construção do conhecimento, junto à escuta, forma de expressar, tomada de decisões e ao fim avaliação com o instrumento mapas conceituais.

Os resultados são satisfatórios, devido ao fato de levar em consideração aplicação de conceitos voltados a interdisciplinaridade quando trabalhados de forma atrelada, porém, constatou-se que ainda existe certa dificuldade na autonomia e nas fontes por onde pesquisar, pois os licenciandos começaram a pesquisar por fontes não confiáveis que comprometem todo o trabalho.

As abordagens das IIR poderiam ser apresentadas de outra forma, como uma história em quadrinhos, feira de Ciências, banners, oficinas, que provavelmente teriam um resultado diferenciado, pois os temas já foram estipulados antes, o que se partisse de cada grupo, talvez o leque de possibilidades poderia ser mais diversificado, devido ao fato de como cada um age e pesquisa. Como Pietrocola *et al.* (2000, p. 107) aponta, “a IIR designa uma representação teórica apropriada de um contexto, permitindo comunicar e agir sobre o assunto. Refere-se a um contexto particular para qual é necessária construir uma representação.”.

Por meio da complexidade, destaca-se a rede de conexões entre as IIR, formando o que se passou a chamar nesta pesquisa de arquipélago, que significa um conjunto de ilhas interligadas, possibilitando o processo de inteligência coletiva, que auxilia na prática docente e na vida tanto estudantil quanto profissional e pessoal.

O ponto de interferência foi o fato de os participantes não conseguirem informações com os especialistas, além dos que eles já conhecem, devido ao curto tempo para seu desenvolvimento. Outro ponto importante e evidente em destaque, não alcança resposta a todas as questões da MDP, talvez por falta de um olhar diferenciado ou que não foi trabalhado, mas que ao final conclui-se que poderia ser trabalhado de forma mais diversificada para se obter resultados diversificados a fim de poder compará-los. Como Rosnay aponta (2010), a abordagem sistêmica é proveniente de sínteses e simulações e por meio dessas sínteses das IIR que conseguisse responder algumas das questões da MDP.

Percebeu-se também que de certa maneira as questões foram respondidas de forma que podem ser aprofundadas em estudos posteriores, com outra abordagem em sala de aula no sentido de acompanhamento de grupo com aprofundamento nas questões, e em seu planejamento.

Para o Ensino de Ciências, é importante que ocorra a pesquisa por métodos científicos e como a própria IIR propõe, abrir caixas pretas, pois com a investigação, pode-se resolver questões, mas principalmente levantar outras, o que pode ser trabalhado em pesquisas posteriores e sair do conteúdo como acabado, há muito que se pesquisar, quanto mais se pesquisa, mais dúvidas e outros acompanhamentos possivelmente surjam.

Para o Programa de Pós-Graduação, contribuiu com pesquisa de professores em formação inicial, proporcionando um modelo interdisciplinar a ser estabelecido em espaços de educação formal e não formal, atrelado ao conhecimento biológico e tecnológico.

Segue-se com mais análises que serão apresentadas adiante, quem sabe até mesmo com pesquisas futuras, porém com licenciados participantes de Mestrado em Ensino, atuantes da educação básica no EC.

Para se promover construção de conhecimento de modo eficaz, há necessidade de começar pelo professor, para a quebra de paradigma no qual se prende a uma educação conteudista de fórmulas prontas, há a necessidade de encaminhar os alunos como sujeitos reflexivos e críticos que observem as pequenas coisas cotidianas, muitas vezes corriqueiras, mas que percebam e reflitam que fenômenos existem os porquês, como uma lei física, fenômeno químico, social, histórico e biológico, há uma necessidade imensa de se questionar mais para promover mudança principalmente nos quesitos educacional e social. Somente desta forma esse busca realmente formar uma sociedade pensante e consciente.

REFERÊNCIAS

ARTUSO, A. R.; APPEL, J. L. A dinâmica de aula e sua relação com o livro didático segundo professores de Física do Ensino Médio. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*, 15., 2015. **Anais...**Uberlândia- MG. 15.,2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Alysson_Artuso/publication/271766356_A_dinamica_de_aula_e_sua_relacao_com_o_livro_didatico_segundo_professores_de_fisica_do_Ensino_Medio/links/54d10920cf28370d0dff83f.pdf. Acesso em: 28 jan. 2019.

AULER, D. Alfabetização Científico-Tecnológica: um novo “paradigma”? **Revista Ensaio**. Pesquisa em Educação em Ciências. v. 5, n. 1, p. 68-83, março de 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v5n1/1983-2117-epec-5-01-00068.pdf> . Acesso em: 20 abr.2018.

BATISTA, L.; ARAÚJO, J. A botânica sob o olhar dos alunos do ensino médio. **Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 8, n. 15, p. 109-120, maio 2017. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/151>. Acesso em: 10 fev. 2019.

BETTANIN, E. **As Ilhas de Racionalidade na promoção dos objetivos da Alfabetização Científica e Técnica**. 2003. 185f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/85223> acesso em: 15 out. 2017.

BRANDÃO, C. R. **O que é educação**. São Paulo: Brasiliense, 1981.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. - Brasília, 2018. 472 p. disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf> acesso em: 22 jan. 2019.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais / Secretaria de Educação Fundamental**. - Brasília: MEC/SEF, 1998. 139 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2017.

BUENO, O. C., BUENO, F. C.; Controle de formigas em áreas urbanas. *In* PINTO, A. S.; ROSSI, M. M.; SALMERON, E. (orgs.) **Manejo de pragas urbanas**. São Paulo, FEALQ. 2007. 208p.

CAMPOS-FARINHA, A. E. C.; As formigas domésticas. *In* MARICONI, F. A. M., (coord.) **Insetos e outros invasores de residências**. Piracicaba: FEALQ. 1999. 460p.

CINTRA, P. **Formigas em ambientes hospitalares: associação com bactérias (patogênicas e endosimbiontes) e modelo de controle.** 2006, 101f. Tese (de Doutorado) Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências-campus Rio Claro, São Paulo, 2006. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/106531/cintra_p_dr_rcla.pdf?sequence=1 acesso em: 17 nov. 2017.

CHEVALLARD, Y. **La Transposition Didactique.** Grenoble: La Pensée sauvage, 1991.

COSTA, S.B. A.; PELLI, G.P.; CARVALHO, A.G.; OLIVEIRA, P.R.; SILVA, M.M.; TEIXEIRA, E.; MARTINS, A.P.S.; TERRA, E.M.; RESENDE, C.C.H.B.; OLIVEIRA & C.A. MORAIS. Formigas como vetores mecânicos de micro-organismos no Hospital Escola da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.39, n. 6, 527-529, 2006.

EICHELER, W. Health aspects and control of *Monomorium pharaonic*. In VANDER MEER, R. K. K.; *et al.* (eds.) **Applied myrmecology: a world perspective.** Westview Press: Boulder. 1992. 741p.

FOUREZ, G. **Alfabetisation scientifique et technique. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences.** Belgique: De Boeck Université, 1994.

FOUREZ, G. **A construção das Ciências: introdução à Filosofia e à Ética das Ciências.** São Paulo-SP: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

FOUREZ, G. Qu'éntendre par îlot de rationalité? Et par îlot interdisciplinaire de rationalité?. **Aster**, n.25, p. 217-225, 1997. Disponível em: http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/8686/ASTER_1997_25_217.pdf?sequence=1. Acesso em: 15 jun. 2016.

FREIRE, P. Conscientização e alfabetização. In: FÁVERO, O. (Org.). **Cultura popular e educação popular: memória dos anos sessenta.** Rio de Janeiro: Graal, 1983. p. 99-126.

HERMANN, H.R; YOUNG, A, M. Notes on foraging of the giant tropical ant *Paraponera clavata* (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae). **Journal of Kansas Entomological Society**, Kansas, EUA, v.53, n. 1, p. 35-55, 1980. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/25084005> Acesso em: 10 set. 2017.

HUMAN, K. G.; GORDON, D. M. Efeitos de formigas argentinas na biodiversidade de invertebrados no norte da Califórnia. **Conservation Biology**. v. 11, 5.ed., p. 1242-1248, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1997.96264.x> Acesso em: 05 out. 2017.

KASPER, H. **O processo de pensamento sistêmico: um estudo das principais abordagens a partir de um quadro de referência proposta.** 2000. 308 f. Dissertação

(Mestrado) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/9013/000288315.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 jan. 2018.

KEMMIS, S.; MCTAGGART, R. **Como Planificar La Investigación-Accion**. 3ª ed. Barcelona: Alertes, 1988.

KIERKEGAARD, S. **Temor e tremor**. São Paulo: Abril Cultural, 1979.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo, 3.ed., Ed. Harbra, 1996.

LADRIÈRE, J.; O racional e o razoável. *In* MORIN, E. **A religação dos saberes: o desafio do século XXI**. Tradução e notas: Flávia Nascimento. 9.ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 500-520.

LARCHER, C. La physique et la chimie, sciences de modèles : du mond réel aux connaissances scientifiques, en passant par la modélisation. *In*: TOUSSAINT, J. (Coord.). **Didactique appliquée de la physique-chimie**: éléments de formation pour l'enseignement. Paris: Nathan Pédagogie, 1996. p. 160-178.

LEVY, P. **A Inteligência coletiva**: por uma antropologia do ciberespaço. São Paulo: Edições Loyola, 2007.

LOPES, A. C. **Currículo e Epistemologia**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação**: Abordagens Qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MENEZES, A. B. de C. Gamificação no Ensino Superior como estratégia para o desenvolvimento de competências: um relato de experiência no curso de Psicologia. **Revista Docência do Ensino Superior**, v. 6, n. 2, p. 203-222. Outubro de 2016. Disponível em: <https://seer.ufmg.br/index.php/rdes/article/view/1380/2754>. Acesso em: 13 out.2017.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 5. ed. São Paulo: Hucitec-Abrasco, 1998.

MIQUELIN, A. F. **Ensino-investigativo de física**: trabalhando numa abordagem sistêmica em ambiente multimídia-telemático. 2003. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

MOREIRA, M. A. Mapas Conceituais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, 1986, p. 17-25, volume 3, n. 1. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/7934/7300>. Acesso em: 10 nov. 2018.

MORIN, E. **Ciência com Consciência**. 9. ed. Rio de Janeiro-RJ: Bertrand Brasil LTDA, 2005.

MORIN, E. **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro**. 2. ed. São Paulo-SP: Cortez, 2000.

MORIN, E. **Introdução ao Pensamento Complexo**. Tradução do francês: Eliane Lisboa - Porto Alegre: Ed. Sulina, 2011.

NUNCIO, A. P.; *et al.* Uma proposta diferenciada para trabalhar com orientação sexual no Ensino Fundamental *In XV SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO (SIE) Educação e Interdisciplinaridade, percursos teóricos e metodológicos*. 15. 2016. **Anais**:... Novo Hamburgo-RS. 15., 2016. Disponível em <https://www.feevale.br/Comum/midias/96476361-b9ea-4d41-82b2-b2ef249bdb88/XVI%20Semin%C3%A1rio%20Internacional%20de%20Educa%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2019.

OLLAIK, L. G.; ZILLER, H. M. Concepções de validade em pesquisas qualitativas. **Educação e Pesquisa**, v.38, n.1, p. 229-241, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/2012nahead/ep448.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2019.

PIETROCOLA, M. *et al.* As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos. **Revista ENSAIO - Pesquisa em educação em ciências**. v. 2, n. 1, p. 99-122, 2000.

PINHO ALVES, J. **Instrumentação para o Ensino de Física**. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância, 2001. Texto 1, p.20-35.

RINALDI, C. *et al.* O uso de vídeo como ferramenta metodológica para Ensino e conceitos de Termodinâmica. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**. V. 18, n. 3, p. 771-781, 2016. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/1675>. Acesso em: 24 jan. 2019.

ROSNAY J. de. Conceitos e operadores transversais. *In* MORIN, E. **A religião dos saberes: o desafio do século XXI**. Tradução e notas: Flávia Nascimento. 9.^a edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. P. 493-499.

ROUSSEAU, J-J. O contrato social. *In*: **Oeuvres complètes**, tome III. Collection "Pléiade". Paris: Gallimard, 1757.

SANTOS, B.S. **A Universidade no Século XXI: para uma reforma democrática e emancipatória da universidade**. São Paulo: Cortez, 2004.

SANTOS, B. S. **Introdução a uma ciência pós-moderna**. Rio de Janeiro, Graal, 1989.

SANTOS, W. L. P. dos. **O ensino de química para formar o cidadão**: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira. 1992. 243 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP, 1992. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/253086>. Acesso em: 15 jul. 2018.

SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. Edição Comemorativa. Campinas: Autores Associados, 2008. (Coleção Educação Contemporânea).

SIMÕES, M. Biomimética: Parece que as formigas sabem adicionar vetores. **Imaginário Puro**: Matemática e Filosofia em entrevistas e ensaios. 2017. Disponível em: <https://imaginariopuro.wordpress.com/2017/09/08/biomimetica-parece-que-formigas-sabem-adicionar-vetores/> Acesso em: 15 out. 2017.

SOARES, N.S., L.O. ALMEIDA, C.A. GONÇALVES, M.T. MACOLINO & A.M. BONETTI. Levantamento da diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na região urbana de Uberlândia, MG. **Neotropical Entomology**. 35: 324-328, 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2006000300005>. Acesso em: 18 out. 2017.

SOARES, R. M.; BAIOTTO, C. R. Aulas práticas de Biologia: suas aplicações e o contraponto desta prática. **Di@logus**. Programa de Pós-Graduação em Práticas Socioculturais e Desenvolvimento Social. v.4; n.2. 2015. Disponível em: revistaeletronica.unicruz.edu.br/index.php/Dialogus/article/download/2688/587. Acesso em: 23 fev. 2019.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez. 2000.

TOZONI-REIS, M. F. de C. **Metodologia da Pesquisa**. 2. ed. Curitiba-PR: IESDE Brasil S.A., 2010. 192 p.

VASCONCELLOS, C. dos S. **Construção do conhecimento em sala de aula**. 15.ed. São Paulo-SP:Libertad,2004. (Cadernos Pedagógicos do Libertad, v.2).

VASCONCELOS, E. M. **Complexidade e pesquisa interdisciplinar**: epistemologia e metodologia operativa. 6ª ed. Petrópolis, RJ, Vozes, 2013.

VERRET, M. **Le temps des etudes**. Paris: Librairie Honore Champion, 1975.

ZARZUELA, M.F.M., M.C.C. RIBEIRO & A.E.C. CAMPOS-FARINHA. Distribuição de formigas urbanas em um hospital da região sudeste do Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**. n.69, p.85-87, 2002.

APÊNDICE A - Questionário da Pesquisa e Termo de Consentimento

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Nome completo: _____

Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da UTFPR - campus Ponta Grossa, deseja realizar uma pesquisa aos acadêmicos de terceiro período do curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais, da UTFPR-Ponta Grossa, quanto às percepções referentes às questões adentro da Didática para o Ensino de Ciências. O questionário possui questões abertas, onde não existe resposta certa ou errada e nenhum dado pessoal e da instituição de ensino será divulgado além do proposto pela pesquisa.

1- Descreva como a construção de estratégias contextualizadas para ensinar Ciências Naturais contribui para uma aprendizagem de seus conteúdos?

2- Escreva pelo menos duas experiências que você teve na escola que envolveram temas para desenvolver seu aprendizado.

3- Comente como um tema biológico poderia levar ao aprendizado de Ciência e Tecnologia.

4- Descreva como você desenvolveria um planejamento escolar baseado em um tema para integrar diferentes conteúdos.

5- Você já leu os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) para Ciências Naturais? Se sim, descreva o que mais lhe chamou atenção.

6- Comente tudo o que você sabe sobre formigas.

7- Descreva como você abordaria esse tema em suas aulas de Ciências.

8- Comente como as formigas podem estar ligadas a temas sociais, físicos, históricos, químicos, biológicos, tecnológicos entre outros.