

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO

CLÁUDIA ROBERTA KÜLL

**PROBLEMATIZAR SITUAÇÕES DE ENSINO E DESENVOLVER HABILIDADES
COGNITIVAS: ESTUDO SOBRE A IMPORTÂNCIA DAS FOLHAS PARA A
PLANTA E O AMBIENTE**

São Carlos
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO

**PROBLEMATIZAR SITUAÇÕES DE ENSINO E DESENVOLVER HABILIDADES
COGNITIVAS: ESTUDO SOBRE A IMPORTÂNCIA DAS FOLHAS PARA A
PLANTA E O AMBIENTE**

Cláudia Roberta Küll

Orientadora: Prof^a. Dra. Dulcimeire Ap. Volante Zanon

SÃO CARLOS
2018

**PROBLEMATIZAR SITUAÇÕES DE ENSINO E DESENVOLVER HABILIDADES
COGNITIVAS: ESTUDO SOBRE A IMPORTÂNCIA DAS FOLHAS PARA A
PLANTA E O AMBIENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação do Centro de Educação e Ciências Humanas da Universidade Federal de São Carlos como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação, sob orientação da Profa. Dr^a Dulcimeire Ap. Volante Zanon.

SÃO CARLOS
2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Cláudia Roberta Küll, realizada em 07/03/2018:

Profa. Dra. Dulciméire Aparecida Volante Zanon
UFSCar

Profa. Dra. Juliana Rink
UFSCar

Profa. Dra. Lúcia Helena Sasseron
USP

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos pilares que sustentam a educação: alunos, professores, equipe gestora e pesquisadores. Mantenham viva a chama da inquietação e a busca pela mudança, pelo novo e pela descoberta.

AGRADECIMENTOS

Enveredar pelo mundo acadêmico é uma tarefa árdua e gratificante. Envolve todos os que de algum modo partilham dessa caminhada conosco. O aprendizado é intenso e coletivo, e a cada passo, a cada conquista, aprendemos principalmente a agradecer.

Agradeço, portanto, à Deus, por permitir ter ao meu lado pilares que alicerçam o trajeto que chamamos de vida.

Ao meu marido Pedro, companheiro de caminhada, por estar ao meu lado encorajando, participando e motivando durante todo nosso percurso.

À minha família. Meu pai Adailton e minha mãe Ana, exemplos de conduta e virtude. Meus irmãos e seus parceiros de caminhada: Flávia e Guto; Eduardo e Ana Paula cúmplices para todos os momentos.

À orientadora Dulcimeire Ap. Volante Zanon, presente em todas as etapas deste processo, pelos ensinamentos, paciência, confiança, amizade e principalmente pelo carinho.

Às professoras da Banca Examinadora de Qualificação e Defesa, Profa. Dra. Juliana Rink e Profa. Dra. Lúcia Helena Sasseron pelas importantes contribuições na construção deste momento de escrita da dissertação.

A toda equipe gestora do colégio, a diretora Vânia, coordenadora Simone, aos mantenedores, professores e funcionários pelo apoio e confiança na seriedade do meu trabalho.

Aos alunos e seus familiares por consentirem a execução da pesquisa e o uso dos dados.

Aos amigos, pelo incentivo, paciência e compreensão.

Aos professores e colegas do programa de mestrado profissional, por todo conhecimento compartilhado.

A Secretaria e Coordenação do Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação, em especial à Dulci e à professora Maria do Carmo pelo suporte e apoio em todas as solicitações.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram e torceram para a realização deste sonho.

EPÍGRAFE

- Imperioso levar aos amigos um receituário oportuno.

- Quais? Mostrou-se curioso Manoel Roberto.

*- A primeira é acreditar que merecem a felicidade,
assim como todos os seres humanos. E a segunda é
parar de encontrar motivos externos para suas dores,
descobrimo-lhes as causas íntimas.*

*-E a terceira?! – indagou curioso um dos presentes no
debate.*

*- A terceira é parar de pensar em felicidade para depois da
morte e tentar viver a vida do modo o mais feliz possível.*

Ermance Dufaux

*Nenhuma circunstância exterior substitui a experiência
interna. E é só à luz dos acontecimentos internos que
entendo a mim mesmo. São eles que constituem a
singularidade de minha vida.*

Carl Gustav Jung

RESUMO

Esta pesquisa originou-se a partir de inquietações envolvendo metodologias de ensino pela pesquisadora e professora de Ciências do Ensino Fundamental II, atuante há 15 anos num Colégio particular do interior do Estado de São Paulo. Seu objetivo consistiu em analisar as relações entre as questões-problema elaboradas pela professora com as habilidades cognitivas desenvolvidas pelos estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental sobre as atividades realizadas de acordo os argumentos elaborados. Amparamo-nos nos seguintes objetivos específicos: promover um estudo sobre a temática importância das folhas para as plantas com enfoque interdisciplinar, contextual e investigativo; analisar as hipóteses elaboradas pelos estudantes, relacioná-las aos resultados obtidos e proporcionar uma reflexão sobre a atividade científica a fim de desenvolver habilidades cognitivas de ordem alta. Assim, foram estruturadas as seguintes questões de pesquisa: Quais habilidades cognitivas podem ser desenvolvidas por estudantes de 7º ano do Ensino Fundamental a partir do estudo sobre a importância das folhas para a planta e o ambiente numa perspectiva investigativa? Quais relações podem ser estabelecidas entre as questões-problema propostas pela professora de acordo com a intencionalidade de ensino e as respostas apresentadas pelos alunos a fim de favorecer a argumentação e promover o desenvolvimento de habilidades cognitivas? A pesquisa envolveu a participação de dezoito alunos de uma turma de 7º ano do Ensino Fundamental. Utilizamos como instrumentos para a obtenção dos dados o registro escrito e fotográfico dos alunos, a gravação em áudio e vídeo das atividades. A metodologia de análise dos dados foi baseada em duas ferramentas: para análise das questões-problema propostas pela professora utilizamos o instrumento de Suart (2008) que as classifica em três graus de exigência (P1, P2 e P3); já para analisar os argumentos nas respostas dos alunos a fim de compreender o nível de habilidade cognitiva nos inspiramos no instrumento de Suart e Marcondes (2009) que as categoriza em cinco níveis (N1, N2, N3, N4 e N5). Dentre os resultados para as questões-problema pudemos identificar um maior número de questões do tipo P2; as categorizadas como P3 apresentaram-se com exclusividade nos três últimos momentos. Para as respostas, verificamos que houve um movimento em concordância com as questões-problema, ou seja, nas atividades iniciais houve um maior número de respostas categorizadas como N1 e N2 e conforme o curso das atividades, seguiu-se a mesma trajetória das questões, com surgimento e posterior concentração de respostas dos níveis N3 e N4. Percebemos uma relação direta entre o desempenho dos alunos nas atividades propostas e o grau de exigência da professora frente às problematizações. Uma das contribuições deste estudo reside no desenvolvimento de um instrumento de análise das respostas dos alunos no que se refere a argumentação aliada ao de habilidades cognitivas que complementa o já existente. Uma possível implicação desta pesquisa para a área de Educação em Ciências consiste em considerar que o processo de ensino e aprendizagem por meio de habilidades cognitivas de ordem alta é desejável, porém as estratégias de ensino e os métodos de avaliação escolhidos pelo professor precisam ser alinhados a esse fim.

Palavras-chave: Ensino por Investigação, Questões-problema, Ensino Fundamental – ciclo II, Argumentação.

ABSTRACT

This research had its origin as the result concerning teaching methodologies by the researcher and teacher of Science for elementary school class, acting for 15 years in a private school in the countryside of the State of São Paulo. It aims to analyze the relations between problem-questions elaborated by the teacher with the cognitive skills developed by students of a 7th grade elementary class about the activities performed according to the elaborated arguments. Based on these purposes, the specific goals are: promoting a study about the importance of leaves to the plants that has an interdisciplinary, contextual and inquiry approach; analyzing the hypotheses elaborated by the students, relating them to the results obtained and promoting the reflection about scientific activities to develop high order cognitive skills. Therefore, the research questions were: which cognitive skills can be developed by 7th grade elementary school class departing from the study of the importance of leaves to the plant and the environment in an inquiry perspective? Which relations can be established between problem-questions proposed by the teacher according to the teaching purpose and the answers presented by the students to favour the argumentation and promote the development of high order cognitive skills? For this purpose, the research involves the participation of eighteen students of a 7th grade elementary class of a private school in the countryside of the State of São Paulo. We used as data acquisition instruments the written and photographic records from the students and the audio and video recording of the activities. The data analysis methodology was based in two instruments: to analyze the problem-questions proposed by the teacher we used the instrument created by Suart (2008) that categorizes them in three levels of requirement; whereas to analyze the arguments in the answers of the students towards understanding the cognitive skill levels we were inspired by the Suart and Marcondes (2009) instruments. Among the results of the problem-questions we could identify a bigger number of P2 questions; the P3 categorized questions were presented exclusively during the three final moments. According to the expected to the answers, we verify a movement in agreement with the problem-questions, in other words, in the initial activities there was a bigger number of answers categorized as N1 and N2, and according to the outgoing of the activities, the trajectory of the questions was followed, with the appearance and posterior concentration of N3 and N4 level answers. We detected that the student feels more motivated when he actively participates of the activities. We also noticed a direct relation between the student's performance in activities proposed and the level of requirement of the teacher in her problematizations. One of the contributions of this study stays in the development of an instrument that complements that one that already exists to analyze the students answers when referring to argumentation connected to cognitive abilities. A possible implication of this research to Science education area relies in considering the teaching-learning process done by using high order cognitive skills is desired, but the teaching strategies and the evaluation methods chosen by the teacher must be aligned to this end.

Key-words: Inquiry Teaching, Problem-Questions, Elementary School Class, Argumentation.

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	12
1.1 O estudo exploratório: congelamento superficial da água de lagos.....	14
2. O CONTEXTO DA INVESTIGAÇÃO.....	20
2.1 A questão de pesquisa e os objetivos	23
3. O ENSINO DE CIÊNCIAS NO 7º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	26
3.1 A importância das folhas para a planta e para o ambiente	31
4. PROBLEMATIZAÇÃO DE SITUAÇÕES DE ENSINO INVESTIGATIVAS E DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES COGNITIVAS.....	34
4.1 Valorização do conhecimento prévio do aluno.....	35
4.2 Desenvolvimento da capacidade de observar o entorno social e natural, relacionando-os	37
4.3 Autonomia e protagonismo do estudante no ensino por investigação	39
4.4 Resolução de problemas no ensino por investigação.....	41
4.5 Argumentação: desenvolvimento de habilidades cognitivas.....	51
5. Desenho da proposta didática.....	56
6. O MÉTODO DA PESQUISA	65
6.1 Contexto escolar.....	65
6.2 Descrição das atividades.....	66
6.2.1 Sensibilização.....	67
6.2.2 Expectativas dos alunos sobre a realidade.....	69
6.2.3 Observação da realidade	70
6.2.4 Exposição e discussão	71
6.2.5 Experimentos investigativos	71
6.2.6 Fechamento	73
6.3 Instrumentos para a análise dos resultados obtidos	74
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	78
7.1 Análise das questões-problema.....	78
7.2 Análise das respostas dos alunos	86

7.3 A Relação questões-problema e respostas.....	99
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	106
REFERÊNCIAS	108
APÊNDICES	116
ANEXOS.....	145

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Níveis de abertura propostos por Schwab (1962)	44
Figura 2: Níveis de abertura propostos por Herron (1971)	45
Figura 3: Níveis de abertura propostos por Tamir (1991)	46
Figura 4: Níveis de abertura propostos por Borges (2002)	47
Figura 5: Níveis de abertura de atividades experimentais por Pella (1961)	49
Figura 6: Níveis de abertura propostos por Priestley (1997)	50
Figura 7: Comparativo aéreo entre as praças visitadas	70
Figura 8: Orientações apresentadas aos alunos durante a atividade experimental.....	72
Figura 9: Organograma referente a etapa 1	80
Figura 10: Organograma referente a etapa 2	81
Figura 11: Organograma referente a etapa 3	82
Figura 12: Organograma referente a etapa 4	83
Figura 13: Organograma referente a etapa 5	84
Figura 14: Organograma referente a etapa 6	85
Figura 15: Categorização das respostas dos alunos na 1ª etapa	89
Figura 16: Categorização das respostas dos alunos na 2ª etapa	91
Figura 17: Categorização das respostas dos alunos na 3ª etapa	92
Figura 18: Categorização das respostas dos alunos na 4ª etapa	94
Figura 19: Categorização das respostas dos alunos na 5ª etapa	96
Figura 20: Categorização das respostas dos alunos na 6ª etapa	98
Figura 21: Relação entre o total de questões (do tipo P1) e respostas (do tipo N1) em cada atividade	104
Figura 22: Relação entre o total de questões (do tipo P2) e respostas (do tipo N2) em cada atividade.....	104
Figura 23: Relação entre o total de questões (do tipo P3) e respostas (do tipo N3 e N4) em cada atividade.....	105

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A: Roteiro utilizado durante a atividade prática realizada no estudo exploratório....	116
Apêndice B: Artigo apresentado no X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias..	118
Apêndice C: Artigo apresentado no XI Encontro Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciências (ENPEC).	123
Apêndice D: Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE).....	132
Apêndice E: Termo de Assentimento Livre Esclarecido (TALE).....	135
Apêndice F: Apresentação audiovisual sistematizadora da sequência investigativa.....	137
Apêndice G: Plataforma educacional digital da disciplina de laboratório de ciências.....	141
Apêndice H: Roteiro utilizado durante a visita às praças.....	142
Apêndice I: Roteiro do experimento investigativo.....	143
Apêndice J: Tabulação das questões-problema e respostas da sequência didática.....	144

ANEXO

Anexo A: Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética e Pesquisa.....	145
---	-----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Relação entre competências e habilidades no Ensino de Ciências	29
Quadro 2: Programa das atividades	57
Quadro 3: Proposta didática.....	59
Quadro 4: Nível de cognição das questões propostas para os alunos	75
Quadro 5: Nível cognitivo das respostas dos alunos	76
Quadro 6: Critérios acrescentados nas categorias de análise das respostas	88
Quadro 7: Análise do nível de cognição das respostas dadas pelos alunos	100
Quadro 8: Análise do nível de cognição das questões-problema propostas pela professora.....	102

LISTA DE SIGLAS

ALG	<i>(Algorithmic)</i> Algoritmos
AVA	Ambiente Virtual De Aprendizagem
BNCC	Base Nacional Curricular Comum
CCEF	Congresso de Ciências do Ensino Fundamental
CDCC	Centro de Divulgação Científico Cultural
CECH	Centro de Educação e Ciências Humanas
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciências
HOCs	<i>(Higher Order Cognitive Skills)</i> Habilidades de Ordem Cognitiva Mais Alta
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
LOCs	<i>(Lower Order Cognitive Skills)</i> Habilidades Cognitivas de Ordem Mais Baixa
PPGPE	Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação
UFSCar	Universidade Federal De São Carlos
USP	Universidade de São Paulo
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

1. APRESENTAÇÃO

Acredito que a função docente é complexa, plural e exige articulação de diversas variáveis e contextos como familiar, escolar e saberes. Em nossa sociedade, o contato com os profissionais docentes começa muito cedo na infância, momento este que se inicia o entusiasmo pelas descobertas.

Durante minha jornada escolar, tenho a grata oportunidade de aprender e conviver com ótimos profissionais docentes, sendo o período que compreendem o final do Ensino Fundamental e o ensino médio um momento de destaque. Nessa época, iniciei minha paixão pelas ciências. Aprender sobre o ciclo da água, as propriedades das plantas, as características dos animais e mais tarde, o aprofundamento de tais assuntos, motivou minha vontade de sempre querer saber mais. E, por consequência, a escolha do futuro profissional, optando no vestibular pelo curso de Biologia, iniciado em 1999.

Minha vivência profissional de quinze anos de docência se iniciou no ano de 2003 quando finalizei a graduação em Ciências Biológicas na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Uma característica muito interessante deste curso é que, naquela época, os graduados eram habilitados a atuar tanto na licenciatura quanto no bacharelado, estando, portanto, aptos a trabalhar na área da pesquisa (educacional, laboratorial e de campo) e na docência.

Inicialmente, meu plano de carreira voltava-se ao trabalho como bacharel e para me preparar, fiz estágios em alguns laboratórios dentro do Centro de Ciências Biológicas da UFSCar – como o de microbiologia e biologia molecular estrutural, mas também em laboratórios na indústria – como o laboratório de biologia molecular na Embrapa Agropecuária Sudeste e no laboratório de biologia molecular no Centro de Tecnologia Canavieira da empresa Coopersucar em Piracicaba.

Durante o período dos anos de 2001 a 2003, fase dos estágios finais de licenciatura, também tive algumas oportunidades direcionadas para a docência, como a de ministrar algumas aulas em escolas públicas de São Carlos - como requisito das disciplinas de Prática de Ensino e Estágio Supervisionado em Ciências, e, Prática de Ensino e Estágio Supervisionado em Biologia - participar do projeto de elaboração de jogos didáticos no Centro de Divulgação Científico Cultural (CDCC) da Universidade de São Paulo (USP) e da elaboração de um congresso denominado Congresso de Ciências do Ensino Fundamental (CCEF) nas dependências da

UFSCar. Ambas as atividades estavam vinculadas às disciplinas da graduação voltadas para a licenciatura em Ciências Biológicas.

O contato inicial com a docência alinhado a algumas frustrações com os estágios em laboratórios, culminaram em reflexões e autoquestionamentos sobre os planos para o meu futuro. Somado a isso, na vida pessoal, eu organizava os preparativos de meu casamento, sendo meu futuro marido, professor de Química da rede particular de ensino há muitos anos, que me trouxe uma proposta de emprego como professora de ciências em uma escola particular de São Carlos. Após muito ponderar, me abasteci de coragem para aceitar o desafio e iniciei minha carreira docente como professora de Biologia em uma sala de 8ª série (atualmente 9º ano) do Ensino Fundamental.

Com o passar dos anos, também comecei a ministrar aulas de Ciências para alunos do Ensino Fundamental II, e assim, minha carga horária foi aumentando e, junto a ela, vieram os desafios, as reflexões e os questionamentos que envolvem a prática docente de uma professora inquieta, em uma constante busca por melhorias na qualidade das aulas desenvolvidas junto aos alunos.

Atualmente sou professora das disciplinas de Ciências e Biologia no Ensino Fundamental no mesmo colégio particular e não consigo indicar com exatidão quando o plano de trabalhar como bacharel foi definitivamente abandonado. Alguns colegas de profissão costumam brincar - na oralidade - que, ao se começar a lecionar, o professor é picado pela "mosquinha das aulas" e, a partir daí, fica "contaminado" de maneira "incurável". Acredito que isso tenha ocorrido comigo também.

As disciplinas de Ciências e Biologia no colégio onde trabalho propõem que as aulas teóricas estejam vinculadas às atividades práticas, no laboratório escolar. Esse alinhamento suscitou inquietações relativas à metodologia utilizada, como por exemplo, a restrição no protagonismo dos alunos durante as mesmas. Uma destas reflexões diz respeito à dificuldade de articular os conhecimentos iniciais dos alunos sobre os assuntos em questão com os conceitos científicos.

Embora os alunos se mostrem motivados a participar das aulas no ambiente laboratorial, muitas vezes pairam dúvidas e questionamentos sobre mim diante desse aspecto: essa motivação se relaciona aos conteúdos das atividades propostas ou pelo fato de saírem do ambiente da sala de aula? A representação do cientista muitas vezes disseminada na mídia de

maneira muito caricata pode ser percebida pelos alunos como uma visão distorcida do trabalho científico?

A busca de respostas para estas e outras questões culminou com meu ingresso no Programa de Mestrado Profissional em Educação que possibilitou a abertura de oportunidades para um estudo (teórico e metodológico) aprofundado na área.

O caminho trilhado começou com a leitura de artigos científicos publicados em periódicos renomados como "Investigações em Ensino de Ciências", "Revista Ensaio", "Ciência e Cognição", "Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências", entre outras, além da leitura de dissertações e teses relacionadas ao ensino de ciências e atividades problematizadoras.

A partir de então, busquei elaborar modificações na metodologia das atividades experimentais que eu utilizava, objetivando encontrar novos modos de inter-relacionar os aspectos teóricos e práticos para a construção de um conceito.

Após muitas leituras, reflexões e conversas produtivas com a orientadora, optamos por trabalhar com situações de ensino problematizadoras nas quais, a partir de uma contextualização, o professor lança questões que visam estimular as falas dos alunos, compreender seus modos de raciocínio e favorecer o desenvolvimento de habilidades cognitivas.

Inicialmente, deliberamos por planejar e executar um estudo exploratório intitulado "Estudo do congelamento superficial da água de lagos" junto a alunos de uma turma de 6º ano considerando a abordagem contextual e investigativa de ensino, o qual será pormenorizado a seguir. A reflexão advinda de sua análise foi de fundamental importância para a definição das estratégias metodológicas e etapas da obtenção de dados para esta pesquisa envolvendo alunos do 7º ano em um estudo sobre “a importância das folhas para as plantas e o ambiente”.

1.1 O estudo exploratório: congelamento superficial da água de lagos

Durante o planejamento do estudo exploratório, lidamos com diversas variáveis que nos exigiram tomadas de decisões direcionadas a adequar cada um dos momentos da situação de ensino de acordo com o programa de ensino do 6º ano do Ensino Fundamental II da turma da escola investigada. Dentre as variáveis podemos destacar a duração da atividade, o conteúdo a ser abordado, as etapas constituintes da situação de ensino e a busca de ferramentas para a análise de dados.

Tendo em vista que o curso de mestrado se iniciou no final de setembro do ano de 2016 e o calendário escolar findou no início de dezembro do mesmo ano foi preciso preparar, executar e obter os dados em menos de dois meses. Por isso, houve um esforço conjunto entre orientadora e orientanda para prepararmos todas as atividades que envolviam a situação de ensino. Assim, sua aplicação se deu no mês de novembro do ano de 2016, no período de aulas regulares, com uma turma de 6ºano do Ensino Fundamental II de uma escola particular da cidade de São Carlos.

Participaram vinte e três estudantes que entregaram à pesquisadora o termo de consentimento assinado por si próprios e seus responsáveis. A escolha desta turma deu-se pelo fato de que havia no calendário escolar um maior número de aulas antes do fechamento do período letivo com abertura para possíveis ajustes do ponto de vista metodológico. Outro motivo relaciona-se com o conteúdo a ser abordado. Acompanhamos as orientações do material didático utilizado pelo Colégio referente ao tema água, com ênfase em suas propriedades. Optamos por abordar as temperaturas de fusão e solidificação da água bem como a densidade e a propriedade físico-química relacionada à diferença de peso existente entre a água líquida e a congelada.

Com estes propósitos, planejamos três momentos que compuseram a situação de ensino problematizadora: contextualização, experimentação e finalização.

Preocupou-nos chamar a atenção dos alunos a partir de uma atividade que os motivasse a participar de todos os momentos de maneira espontânea. Por isso, optamos por começar com um vídeo que mostra um gato caminhando na superfície congelada de um lago, tentando (sem sucesso) capturar os peixes que ali nadam. Após assistirem ao vídeo¹, foram constituídos grupos na intenção de discutirem e responderem (realizando o registro escrito das respostas) às seguintes questões:

- 1- O que este vídeo nos mostra?
- 2- Quais as condições do ambiente para que isso ocorra?
- 3- Como você explica o que está ocorrendo?
- 4- Por que apenas a superfície da água está congelada?
- 5- O peso da água nos estados líquido e sólido são iguais? Justifique.

Essa atividade teve duração de duas aulas e os alunos fizeram o registro escrito em seus cadernos. A intencionalidade das questões focou obter o reconhecimento – de maneira generalizada – pelos alunos acerca da problemática apresentada no vídeo, alinhada a

¹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=P4xPVuKlfgY>>. Acesso em: 15 dez. 2016.

conhecimentos prévios de ordem conceitual ou empírica sobre as condições ambientais visualizadas.

É importante destacar neste momento que a disciplina de Laboratório possui uma plataforma virtual de aprendizagem (AVA) onde os alunos têm a oportunidade de aprofundar seus conhecimentos e entendimentos por meio de artigos, vídeos e questões selecionados e disponibilizados pelos professores, além de um fórum de discussão e esclarecimento de dúvidas. Utilizando essa ferramenta, ao final da contextualização, os alunos transcreveram as respostas elaboradas por seu grupo em um fórum de discussões aberto no AVA.

A partir das hipóteses lançadas pelos estudantes no fórum de discussões, foi elaborado o segundo momento referente a uma atividade experimental do tipo investigativa, realizada em uma aula de 100 minutos, composta por dois procedimentos² conforme Apêndice A.

O primeiro experimento visou investigar a temperatura de congelamento da água. Os alunos foram orientados a introduzir um tubo de ensaio (contendo água e um termômetro) em uma mistura de água e sal de cozinha. Cada grupo analisou o processo de derretimento parcial do gelo em contato com o sal, a diminuição da temperatura da água seguida de seu congelamento e a consequente estabilização da temperatura indicada no termômetro.

No segundo experimento o objetivo consistiu em investigar o peso da água nos estados físicos sólido e líquido. Utilizando uma balança de pratos, num dos copos plásticos de mesmo volume foi colocada água no estado líquido e no outro, sólido (o copo com água foi solidificado antecipadamente e distribuído aos grupos). Cada grupo observou a movimentação dos pratos da balança até sua estabilização.

No decorrer desta etapa, os estudantes efetuaram os procedimentos, discutiram, compararam e anotaram suas hipóteses e resultados que foram registrados fotograficamente. A riqueza de descobertas que este tipo de atividade oferece se destaca quando percebemos a maior interação dos alunos em busca de um objetivo comum, tentando descobrir as respostas para as perguntas lançadas pela professora relacionadas aos experimentos:

- 1- Qual será a temperatura em que a água se transforma em gelo?
- 2- Água sólida e líquida tem o mesmo peso?

²Atividade adaptada de: <<http://cdcc.usp.br/livros/2009-EnsinoCienciasInvestigacao.pdf>>, páginas 71 e 72. Acesso em 02 jan 2017.

O terceiro e último momento da atividade teve como objetivo articular os dois anteriores e, ao mesmo tempo, foi uma tentativa de elucidar se os estudantes conceberam o entendimento apropriado sobre os conceitos que envolveram a situação de ensino proposta. Fizemos uma socialização dos registros e cada grupo elaborou uma resposta à seguinte questão: *Por que o gato não conseguiu pegar os peixes?* Esse registro foi novamente realizado por meio do fórum de discussões da plataforma virtual.

A análise dos dados foi realizada a partir de duas ferramentas selecionadas após um grande período de estudo da literatura que são elas:

1ª) Para a compreensão das habilidades cognitivas ³que os estudantes apresentaram ao longo das atividades, utilizamos os pressupostos de Zoller (1993, 2001) que categoriza, em níveis cognitivos que variam de N1 a N5:

- N1: não reconhece a situação problema; limita-se a expor um dado lembrado; retêm-se a aplicação de fórmulas ou conceitos.
- N2: reconhece a situação problemática e identifica o que deve ser buscado; não identifica variáveis; não estabelece processos de controle para a seleção das informações; não justifica as respostas de acordo com os conceitos exigidos.
- N3: explica a resolução do problema utilizando conceitos já conhecidos ou lembrados (resoluções não fundamentadas, por tentativa) e quando necessário representa o problema com fórmulas ou equações; identifica e estabelece processos de controle para a seleção das informações; identifica as variáveis, podendo não compreender seus significados conceituais.
- N4: seleciona as informações relevantes; analisa ou avalia as variáveis ou relações causais entre os elementos do problema; sugere as possíveis soluções do problema ou relações causais entre os elementos do problema; exibe capacidade de elaboração de hipóteses.
- N5: aborda ou generaliza o problema em outros contextos ou condições iniciais.

2ª) Para a compreensão dos níveis de cognição das questões propostas aos alunos, utilizamos o instrumento adaptado por Suart e Marcondes (2009, p. 58) de Shepardson e Pizzini (1991), que

³ De acordo com autores como Zoller (1993, 2001) e Suart (2008) habilidades cognitivas envolvem a capacidade de resolver problemas e tomar decisões refletindo criticamente sobre questões do cotidiano, ultrapassando o que a ciência e a tecnologia proporcionam como *possíveis* de serem feitas, para o que *deve* ser feito.

as classifica em P1: requer que o estudante somente recorde uma informação partindo dos dados obtidos; P2: requer que o estudante desenvolva atividades como sequenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema; P3: requer que o estudante utilize os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.

A fim de sistematizar os dados coletados, as respostas dos alunos foram tabuladas em uma planilha Excel em que os argumentos apresentados pelos estudantes dentro de cada um dos momentos foram analisados individualmente, seguido de uma análise de todo o conjunto.

Nesta análise, cada uma das perguntas formuladas foi categorizada de acordo com a ferramenta de Suart e Marcondes (2009, p. 58) e como resultado foi possível verificar que seus níveis de cognição foram se tornando mais elaborados de acordo com o desdobramento dos momentos compostos pela situação de ensino. Ou seja, na etapa da contextualização houve cinco perguntas, sendo que uma foi classificada como P1, duas como P2 e as outras duas como P3. Já na experimentação fizemos duas perguntas: uma classificada como P1 e a outra como P3. E no momento da finalização a pergunta de fechamento da atividade foi classificada como P3.

Conforme explicitado anteriormente, para a análise das respostas utilizamos os pressupostos de Zoller (1993, 2001) e, com estes, foi possível identificar que as habilidades cognitivas demonstradas pelos alunos em seus registros apresentaram um crescente articulado com o nível de cognição exigido pelas questões propostas. Isto é, durante a contextualização houve o registro de quarenta e oito respostas. Destas, dez foram classificadas como N1, vinte como N2, dezoito como N3 e nenhuma como N4. No momento da experimentação, os alunos lançaram vinte respostas em que dezesseis foram classificadas como N3 e quatro como N4. Já na finalização, as dez respostas escritas foram classificadas como N4.

Observamos que nenhuma das assertivas dos alunos foi classificada como N5, o que vai ao encontro dos apontamentos de Suart e Marcondes (2009) que refletem sobre a possibilidade de este nível não ter sido exigido nas perguntas elaboradas, ou mesmo pelo fato de os alunos nesta faixa etária não possuírem o grau de abstração necessário para realizarem tal tipo de relação.

Finalizada a análise dos dados, este estudo nos possibilitou averiguar os resultados a partir de dois olhares diferentes. O primeiro é relacional, ou seja, é possível verificar uma relação direta entre o nível cognitivo de questões propostas aos alunos com a categoria de suas respostas. Já o segundo traz o recorte para uma abordagem mais direcionada às habilidades cognitivas

apresentadas pelos alunos no processo de busca por desvendar o problema proposto. É possível perceber um movimento de "reconhecimento do território" na busca por entender o desconhecido. Partem de conhecimentos que lhe são familiares, e, durante o processo, adquirem novos entendimentos sobre o assunto que se desvenda, finalizando com uma reconstrução onde os conceitos discutidos no processo são incorporados em suas explicações.

Animadas diante desse estudo, submetemos cada um dos resultados em dois eventos científicos importantes ocorridos em 2017: o XI Encontro Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciências (ENPEC) e o X *Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, conforme Apêndices B e C, respectivamente. Ambos os trabalhos foram aceitos e apresentados com apoio do Centro de Educação e Ciências Humanas (CECH) e do Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação (PPGPE) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). O aprendizado adquirido pela pesquisadora com este estudo exploratório juntamente às vivências nestes dois eventos, impulsionaram reflexões importantes acerca do pretendido nesta dissertação, provocando ajustes, adequações e aprofundamentos que culminaram no desenho metodológico e no instrumento de análise do trabalho aqui apresentado e que se detalham nos próximos capítulos.

2. O CONTEXTO DA INVESTIGAÇÃO

A escolha do foco de estudo desta pesquisa deu-se por duas razões principais: uma delas refere-se à vivência profissional da professora pesquisadora e a outra em decorrência de lacunas da literatura, as quais serão detalhadas a seguir.

Conforme já apontado na apresentação deste trabalho, primeiramente cabe destacar minha inquietação enquanto professora responsável pelas disciplinas de Ciências e Práticas Laboratoriais, pois ao longo de quinze anos a execução dos experimentos sempre ocorreu de forma mecanicista e a-problemática, com reduzida participação por parte dos alunos e, além disso, com o objetivo verificacionista de alinhar os resultados obtidos pelos estudantes com o que é esperado.

Esta situação, não exclusiva do contexto escolar vivenciado pela professora, diz respeito a um universo muito maior. Seja na educação básica ou no ensino superior, as atividades experimentais ainda são muitas vezes tratadas de forma a dar pouca oportunidade aos estudantes no processo de obtenção de dados, análise e elaboração de hipóteses. O professor é o detentor do conhecimento e a Ciência é tratada de forma empírica e algorítmica.

Nesse sentido, destaco meu interesse enquanto professora em buscar refletir sobre a execução de atividades que possam motivar o envolvimento e o entendimento conceitual pelos alunos em sala de aula, respeitando tanto o tempo disponível para as mesmas bem como o planejamento de ensino traçado para cada turma.

Diversos autores como Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015), Fernandes e Silva (2004), Hofstein *et al.* (2005), Silva Júnior e Coelho (2015) ressaltam que as atividades experimentais podem se tornar mais efetivas quando combinadas com estratégias que ampliem seu caráter verificacionista e que possam abranger níveis de abertura relacionados ao papel do aluno durante o processo. No nível inicial, as atividades são comandadas, executadas e concluídas exclusivamente pelo professor que gradativamente abre ao aluno maior liberdade, chegando ao nível máximo de abertura que é quando o aluno indica um problema a ser resolvido, elabora suas hipóteses, desenvolve o procedimento e chega à conclusão (SOUZA *et al.*, 2013).

Na atualidade, uma das tendências é o ensino por investigação (Zômpero e Laburú, 2011) também conhecido como “*inquiry*”, defendido e influenciado pelo pedagogo e filósofo

John Dewey. Precursor das ideias que alicerçam o Movimento Progressista⁴, Dewey enfatiza a importância das relações socioculturais para a aprendizagem, juntamente às experiências trazidas pelas vivências dos alunos.

Qualquer experiência há de trazer esse resultado, inclusive as experiências humanas de reflexão e conhecimento. Com efeito, o fato de conhecer uma coisa importa em uma alteração simultânea no agente do conhecimento e na coisa conhecida. Essas duas existências se modificam, porque se modificaram as relações que existiam entre elas. A árvore que era apenas objeto de minha experiência visual, passa a existir de modo diverso, se entre mim e ela outras experiências se processarem, pelas quais eu a venha conhecer em outros aspectos: úteis, medicinais, de resistência, etc. Depois dessas experiências, eu e a árvore somos alguma coisa diferente do que éramos antes. Existimos de modo diverso um para o outro. Houve, por meio daquelas experiências, uma transformação que irá permitir alterar, sob certo aspecto, o mundo em que vivo. (WESTBROOK; TEIXEIRA, 2010, p.34)

Dewey defende a importância de, enquanto professores, estimularmos o raciocínio e o desenvolvimento das habilidades mentais dos alunos que precisam participar ativamente de sua aprendizagem, sendo pensadores ativos em busca de respostas, aplicando conceitos de ciências para investigar um problema relacionado aos fenômenos naturais (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Apesar de muito defendida, a definição da metodologia de ensino por investigação não possui um consenso, principalmente no Brasil (Sá *et al.*, 2007; Suart, 2016), sendo essa dificuldade atrelada à polissemia envolvida à expressão “Metodologia Investigativa” e à referência de um ensino que se baseia em perspectivas investigativas.

Dentre as definições, concordamos com Suart (2016) que considera a importância de as atividades investigativas almejarem objetivos como: construção de um pensamento lógico e de conceitos científicos, elaboração de hipóteses, análises de dados e contribuição para o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem alta. Esta pesquisadora também aponta para a importância da mediação do professor neste processo, sendo

⁴ Movimento Progressista: defende o ensino centrado na vida, na atividade, aliando teoria e prática, sendo aluno participante ativo de seu processo de aprendizagem. (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011, p. 69)

de extrema relevância durante o processo de aprendizagem dos alunos em todas as etapas de um ensino por investigação, pois é ele que irá orientar os alunos em suas decisões e propostas e mediar os questionamentos e dúvidas que surgirem, de forma a promover o aprendizado significativo de conceitos científicos, bem como, contribuir para que os estudantes consigam estabelecer relações com outros contextos. (SUART, 2016, p. 44)

Nesse sentido, acreditamos que o ensino por investigação favorece o desenvolvimento de habilidades cognitivas e argumentativas de ordem alta para o aprendizado de conceitos científicos, além de fundamentar a aprendizagem da Ciência e do fazer científico em suas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal, possibilitando a formação cidadã de alunos que têm atuação crítica e ação em sociedade promovendo, portanto, a alfabetização científica.

Autores como Caldeira (2005), Gil-Pérez; Cachapuz; Carvalho (2005), Suart e Marcondes (2009), Zômpero *et al.* (2005) têm destacado a importância do desenvolvimento de habilidades cognitivas nos estudantes. Dentre elas, podemos citar a observação, a descrição, a identificação, a comparação, a coleta, a interpretação de dados bem como a sistematização em registros.

Para que uma boa comunicação ocorra, é necessário que se tenha boas habilidades cognitivas e argumentativas, definidas por Zoller (1993) como habilidades de ordem cognitiva mais alta (HOCS)⁵, em oposição às habilidades cognitivas de ordem mais baixa (LOCS)⁶. Segundo o autor, a aquisição de habilidades cognitivas de ordem mais alta pelos alunos é o maior objetivo no ensino de ciências contemporâneo, sendo o desenvolvimento do pensamento crítico seu componente mais significativo. Este tipo de pensamento “inclui processos mentais, estratégias e representações que pessoas utilizam para resolver problemas, tomar decisões e aprender novos conceitos” (ZOLLER, 1993, p. 195, tradução nossa).

Já as habilidades cognitivas de ordem mais baixas envolvem atividades ou exercícios em que se deve saber e reconhecer uma informação ou apenas aplicar um algoritmo ou conhecimento já memorizado.

Também entendemos ser consenso entre os professores que o fator motivação, ou seja, o envolvimento do aluno nas atividades propostas em sala de aula é, não apenas desejável, como indispensável para o entendimento dos conceitos e desenvolvimento das habilidades cognitivas.

⁵ HOCS : Higher Order Cognitive Skills

⁶ LOCS : Lower Order Cognitive Skills

Devido a polissemia do termo, neste estudo utilizamos a palavra motivação de acordo com a definição de autores como Todorov e Moreira (2005) e Deci *et al.* (1991) que a apontam como uma força motriz promovida por fatores internos e externos ao indivíduo, em que, dentro de situações específicas, é possível motivá-lo a desenvolver interesse por certos tipos de atividades, entre essas, as que se relacionam com o aprendizado.

Assim, motivar os alunos a participarem das atividades propostas em sala de aula é um dos desafios que o professor enfrenta na sua *práxis*. Bedin e Delizoicov (2012) ressaltam que o uso de situações-problema possui um caráter motivador, já que partem do conhecimento prévio do estudante para sua resolução. Dessa forma, a constante busca por metodologias que objetivam melhorias no processo de ensino e aprendizagem miram para o protagonismo do aluno atuando na construção de conceitos de forma crítica, na motivação de seu envolvimento nas atividades e no desenvolvimento de habilidades cognitivas.

A abordagem mais crítica para o ensino de ciências permite que o estudante dialogue e compreenda o pensamento científico a partir de um conhecimento prévio de onde podem partir problematizações que permitam uma discussão e um posterior reconhecimento de que os conhecimentos de senso comum não são suficientes para a resolução das situações apresentadas (BEDIN; DELIZOICOV, 2012).

Entretanto, muitas vezes, na prática de sala de aula, o ensino de ciências é marcado pela disciplinaridade e por um excesso de conteúdo; a execução de atividades experimentais se limita à manipulação mecânica pelos alunos de materiais e reagentes com uso de um protocolo pré-estabelecido e resultados já esperados; e, as atividades diferenciadas propostas aos professores sugerem sua execução na modalidade extracurricular, no contra turno das aulas, dado o reduzido número de aulas semanais.

2.1 A questão de pesquisa e os objetivos

Dado esse contexto, neste estudo, partimos do princípio de que o desenvolvimento da argumentação auxilia na promoção de habilidades cognitivas de ordem alta. Elaboramos, então, as seguintes questões de pesquisa:

1) Quais habilidades cognitivas podem ser desenvolvidas por estudantes de 7º ano do Ensino Fundamental a partir do estudo sobre a importância das folhas para a planta e o ambiente numa perspectiva investigativa?

2) Quais relações podem ser estabelecidas entre as questões-problema propostas pela professora de acordo com a intencionalidade de ensino e as respostas apresentadas pelos alunos a fim de favorecer a argumentação e promover o desenvolvimento de habilidades cognitivas?

Nesse sentido, o objetivo geral deste trabalho consiste em analisar as relações entre as questões-problema elaboradas pela professora com as habilidades cognitivas desenvolvidas pelos estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental sobre as atividades realizadas de acordo com os argumentos elaborados. E se ampara nos seguintes objetivos específicos:

- Promover um estudo sobre a temática “importância das folhas para as plantas” que tenham enfoque interdisciplinar, contextual e investigativo.
- Analisar as hipóteses elaboradas pelos estudantes, relacioná-las aos resultados obtidos e proporcionar uma reflexão sobre a atividade científica a fim de desenvolver habilidades cognitivas de ordem alta.

Para tanto, elaboramos um desenho metodológico, onde a proposta se inicia com a preocupação de que seu desenvolvimento seja factível dentro do período disponibilizado no planejamento anual para sua realização, além disso, cuja temática se encontra presente nos parâmetros curriculares da atualidade, e assim, se baseou na importância das folhas para a planta e o ambiente, envolvendo os vegetais, seus processos e importâncias.

Dessa forma, a pesquisa está organizada em oito capítulos, em que o primeiro é composto pela apresentação seguida do estudo exploratório realizado.

O segundo capítulo traz um panorama do contexto da investigação, abordando seus objetivos e as questões de pesquisa, bem como a justificativa para sua construção a partir do foco escolhido.

Já no terceiro tem-se um cenário do ensino de ciências no 7º ano do Ensino Fundamental, pautado nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) e na proposta de currículo do estado de São Paulo com ênfase na temática da importância das folhas para a planta e para o ambiente. Em sequência, no quarto capítulo abordamos a problematização em situações de ensino pautada no ensino por investigação e a utilização da argumentação relacionada ao desenvolvimento de habilidades cognitivas, foi exposto o desenvolvimento da investigação com favorecimento da construção de argumentos por meio da elaboração de questões-problema, visando a participação ativa e efetiva do aluno, valorizando seu conhecimento prévio e o desenvolvimento de habilidades cognitivas.

O desenho da proposta didática está apresentado no quinto capítulo, seguido do método da pesquisa no sexto capítulo, onde se apresenta o contexto escolar, a descrição das atividades realizadas e os instrumentos de análise. O sétimo capítulo trata dos resultados e discussões.

Por fim, no oitavo capítulo, apresentamos algumas das contribuições e considerações identificadas nesta pesquisa.

3. O ENSINO DE CIÊNCIAS NO 7º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Neste capítulo apresentamos os fundamentos teóricos referentes ao ensino de ciências no Ensino Fundamental, enfatizando o ciclo II que se inicia no 6º ano e se finda no 9º ano. Também discutiremos de modo mais particular o currículo de ciências do 7º ano.

A Constituição Federal de 1988 reconhece os direitos educacionais contidos na Declaração Universal dos Direitos Humanos, promulgada em 1948, e na Convenção sobre os Direitos da Criança de 1989 que estão relacionados ao

pleno desenvolvimento da pessoa humana e o fortalecimento do respeito aos direitos humanos e às liberdades fundamentais (...), a necessidade de capacitar a todos para participarem efetivamente de uma sociedade livre (...) e a finalidade de inculcar no educando o respeito ao meio ambiente natural, à sua identidade cultural e aos valores nacionais e de outras civilizações. (BRASIL, 2013, p. 105 - 106)

Em seu inciso I⁷, afirma ser dever do Estado garantir o "Ensino Fundamental obrigatório e gratuito, (...) para todos os que a ele não tiveram acesso na idade própria" (BRASIL, 2013, p. 106). Entende-se assim que, como direito do cidadão, o acesso ao Ensino Fundamental é uma garantia de formação mínima para a vida pessoal, social e política, adquirindo-se valores, habilidades e atitudes que se derivam das interações existentes no processo educativo.

Os esforços voltados para nortear o ensino de ciências são traduzidos em parâmetros e diretrizes que são criados, atualizados e remodelados de acordo com as mudanças histórico-sociais e filosóficas ocorridas em sociedade nas suas diferentes épocas.

Assim, para compor o corpo teórico sobre a temática deste capítulo, selecionamos dois documentos: o relatório Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN), do ano de 2013, e o Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias, do ano de 2012.

Há um movimento político que busca a promoção de novas atualizações nesses parâmetros. Iniciado em outubro de 2015, a Base Nacional Curricular Comum – BNCC – contou com mais de 12 milhões de contribuições em sua primeira versão. Encontra-se atualmente em

⁷Do artigo número 208 da Carta Magna, Seção da Educação. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acessado em 30 jul. 2017.

sua terceira versão, analisada e revista por especialistas, associações científicas e professores universitários do Brasil e do mundo (BRASIL, 2017). Homologada recentemente, em 20 de dezembro de 2017, a BNCC é normativa, um documento de referência que tem como base os demais parâmetros que já existem. Define um conjunto de dez competências gerais que “explicita o compromisso da educação brasileira com a formação humana integral e com a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva” (p. 19). No entanto, a análise dessas competências promove reflexões acerca de sua presença efetiva e ativa no dia a dia escolar, como, por exemplo, essas orientações serão recebidas pelo professor em sala de aula. Outras questões que se levantam referem-se às adequações de diferentes naturezas como: o preparo do professor para atuar em sala de aula de acordo com essas concepções, as alterações no material didático, os métodos avaliativos, entre outros.

Com isso, entendemos que, a BNCC aponta *o que fazer* para adequar o currículo existente, no entanto, não fica claro *como fazer* esse tipo de adequação, ou seja, a mediação didática necessária para que seu uso em sala de aula seja efetivo. Para esta pesquisa, iremos focalizar nossa discussão pautada nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (2013) e no Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias.

De acordo com o relatório das Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (Brasil, 2013), quando nos referimos à população escolar devemos considerar a diversidade social, econômica e cultural para se estruturar o Projeto Político Pedagógico da escola, a fim de estimular nos alunos o reconhecimento dessa cultura, sua identificação, motivando-os a atuar em sua realidade e mesmo, transcendê-la.

Para uma parcela significativa da população, a escola torna-se a principal (às vezes única) forma de acesso a um conhecimento sistematizado que não pode ser adquirido em casa, no trabalho ou na comunidade. O Ensino Fundamental tem por função, com a aprendizagem dos conteúdos curriculares, instrumentalizar os alunos para sua inserção na vida social, cultural e econômica, estabelecendo relações entre os fenômenos do cotidiano.

Conceber o currículo que está contido no Projeto Político Pedagógico é pensar em relações educativas que envolvam a construção da identidade dos estudantes alicerçadas nas relações sociais, experiências escolares, vivências e saberes. A mediação didática em seu processo de didatização, permite recontextualizar componentes escolares favorecendo que o acesso ao conhecimento escolar exerça a dupla função de "desenvolver habilidades intelectuais

e criar atitudes e comportamentos necessários para a vida em sociedade" (BRASIL, 2013, p. 112).

No Ensino Fundamental o currículo é composto por uma base comum e outra diversificada que se complementam, possibilitando uma formação básica com abertura para as regionalidades. Seus componentes curriculares se articulam nas seguintes áreas de conhecimento: Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas. De acordo com o artigo 26 da Lei de Diretrizes e Bases - LDB⁸ (BRASIL, 1996), deve abranger "o estudo da Língua Portuguesa e da Matemática, o conhecimento do mundo físico e natural e da realidade social e política, especialmente a do Brasil, bem como o ensino da Arte, a Educação Física e o Ensino Religioso." (BRASIL, 2013, p. 114).

A articulação entre os componentes curriculares e áreas de conhecimento deve ocorrer a partir da abordagem de temas que afetam a vida humana de maneira abrangente e contemporânea como "preservação do meio ambiente, nos termos da Política Nacional de Educação Ambiental (Lei no 9.795/99), educação para o consumo, educação fiscal, trabalho, ciência e tecnologia, diversidade cultural" (BRASIL, 2013, p. 115), entre outros.

As DCN (Brasil, 2013) têm como foco orientações voltadas ao Ensino Fundamental como um todo. A abordagem do ensino de ciências está disposta de maneira mais sistematizada nos textos-base contidos no Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias, documento que traça diretrizes para o ensino no estado onde este trabalho está situado. Quanto à finalidade do ensino de ciências, tal documento enfatiza que

a educação de base que se conclui no Ensino Médio deve promover conhecimento científico e tecnológico para ser apreendido e dominado pelos cidadãos como recurso seu, e não "dos outros", sejam estes cientistas ou engenheiros, e utilizado como recurso de expressão, instrumento de julgamento, tomada de posição ou resolução de problemas em contextos reais. (SÃO PAULO, 2012, p. 28)

Para atender às orientações do artigo 26 da LDB (Brasil, 1996), o ensino de ciências deve promover o desenvolvimento da cultura científica privilegiando a formação e o enriquecimento de competências centrais seguidas de habilidades mais específicas, conforme mostra o quadro 1 a seguir.

⁸ Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm >. Acessado em 20 set. 2017.

Quadro 1: Relação entre competências e habilidades no Ensino de Ciências

Competências	Habilidades
Domínio das formas de linguagem: comunicar, expressar, representar, argumentar, ou seja, as competências do domínio das muitas formas de linguagem, incluídas as de leitura e escrita, essenciais para o convívio contemporâneo.	Ler e expressar-se com textos, cifras, ícones, gráficos, tabelas e fórmulas; converter uma linguagem em outra; registrar medidas e observações; descrever situações; planejar e realizar entrevistas; sistematizar dados; elaborar relatórios; participar de reuniões; elaborar e defender argumentações; trabalhar em grupo.
Capacidade de ações questionadoras e práticas: fazer uso de conhecimentos para intervir em situações reais.	Formular questões; realizar observações; selecionar variáveis; estabelecer relações; interpretar, propor e fazer experimentos; formular e verificar hipóteses; diagnosticar e enfrentar problemas, individualmente ou em equipe.

Fonte: Adaptado de Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza. (SÃO PAULO, 2012, p. 28).

Essas competências demandam capacidade de atuar em um contexto e de estabelecer conexões, o que requer habilidades como as de

relacionar informações e processos com seus contextos e com diversas áreas de conhecimento; identificar dimensões sociais, éticas e estéticas em questões técnicas e científicas; analisar o papel da ciência e da tecnologia no presente e ao longo da história. (SÃO PAULO, 2012, p. 29)

Para que a apropriação do conhecimento ocorra efetivamente no ensino de ciências são necessários métodos de ensino que favoreçam o protagonismo do aluno, com conteúdos que façam sua visão de mundo se ampliar. Atividades que promovam observação e interpretação da realidade, solicitando a participação ativa dos alunos, tomadas de decisão, atuação em grupos, cooperação com seus colegas e exigindo registros escritos e relatos são aliadas estimulantes que aguçam a curiosidade pelos seus desafios e resultados.

Aliados aos métodos de ensino, as temáticas abordadas e os recursos didáticos são igualmente importantes. Para o Ensino Fundamental – ciclo II – os textos-base contidos no Currículo do Estado de São Paulo sugerem temáticas que acompanhem a maturidade desta faixa etária com uso de problemas concretos, relevantes e próximos aos estudantes. Também apontam para a importância da sua articulação a conceitos selecionados, permitindo que os fenômenos

sejam interpretados de maneira mais criteriosa que a do senso comum.

De acordo com o mesmo documento, contextualizar o conteúdo a ser ensinado significa utilizar o conhecimento científico para explicar fenômenos vividos no cotidiano e assim fazer sentido ao estudante a utilidade de se compreender o próprio corpo, a natureza e o mundo.

Já nas atividades experimentais, quando possíveis, o Currículo do Estado de São Paulo recomenda que envolvam

observações e registros mais criteriosos, precedidos por orientações voltadas aos procedimentos relacionados à tomada de dados quantitativos e qualitativos, assim como para a condução de projetos de investigação com relativa autonomia dos estudantes (SÃO PAULO, 2012, p. 30).

Com relação ao uso de recursos didáticos, o documento sugere que os livros sejam associados a outros, disponíveis em cada instituição, como: textos paradidáticos, vídeos, visitas a museus, jardins, etc. buscando sempre fazer associações aos assuntos estudados.

De acordo com o Currículo do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2012), em ciências, o mesmo se estrutura em 4 eixos temáticos (Vida e ambiente, Ciência e tecnologia, Ser humano e saúde e Terra e Universo), ao longo das quatro séries, que subdividem-se em temas, de acordo com a série. No 7º ano, os eixos temáticos e seus respectivos subtemas são:

- Vida e ambiente – Os seres vivos;
- Ciência e tecnologia – A tecnologia e os seres vivos;
- Ser humano e saúde – Saúde: um direito da cidadania;
- Terra e Universo – Olhando para o céu.

Nesta pesquisa, o foco reside no eixo “Vida e ambiente”, mais especificamente nas características básicas dos seres vivos: subsistência – obtenção de matéria e energia e transferência de energia entre seres vivos, sustentado na previsão da existência deste conteúdo nos programas de ensino e no material didático utilizado pelo colégio. Portanto, elegemos a temática "a importância das folhas para a planta e para o ambiente" como tema para desenvolver uma situação de ensino, tomando os devidos cuidados para que pudesse ocorrer um afinamento entre conteúdos científicos específicos, competências e habilidades da cultura científica e a contextualização de fenômenos vivenciados no cotidiano pelos alunos a fim de torná-lo mais significativo para eles. Assim, apresentaremos a seguir, uma breve descrição conceitual sobre o assunto.

3.1 A importância das folhas para a planta e para o ambiente

O interesse que o estudo das plantas desperta nos seres humanos ultrapassa a curiosidade e se relaciona ao fato de serem imprescindíveis ao homem e à vida. Os vegetais possuem uma função utilitária muito diversa, estando presentes em diversos aspectos que envolvem a manutenção da vida. Em sala de aula, em momentos envolvendo a temática plantas, surgem perguntas e curiosidades das mais diversas relacionadas aos saberes de senso comum que envolvem o cultivo, desenvolvimento e sobrevivência de espécimes vegetais presentes no cotidiano.

Mesmo com o estreitamento de relações entre o homem e as plantas e seus usos para diferentes fins, o progresso da Botânica enquanto ciência só ocorreu quando se estabeleceu como parte do currículo das Ciências Biológicas (GULLICH, 2003).

Historicamente, a Botânica se estabeleceu como Ciência na Grécia antiga e se divide em quatro fases:

- 1^a) na Antiguidade, chamada de Botânica Erudita;
- 2^a) na Idade Média, denominada Botânica Clássica;
- 3^a) entre os séculos XIX e XX (Idades Moderna e Contemporânea), chamada de Botânica Moderna; e
- 4^a) do final do século XX até a atualidade, denominada Botânica Contemporânea (idem).

Gulich (2003) também afirma que é na fase Contemporânea que a educação tem em vista uma maior interação do homem com as plantas e o ambiente, buscando maneiras de se estabelecer o equilíbrio ambiental, propondo teorias difundidas nas concepções de currículo, ensino e ciência. Ainda nessa fase, o homem continua dependente das plantas pelos mesmos fatores existentes no passado, acrescidos do uso de fibras vegetais para vestimentas, produção de papel, borracha, combustíveis, bebidas (alcoólicas e não alcoólicas), entre muitos outros.

Esse vínculo motiva o estudo dos diferentes aspectos das plantas sendo alguns deles: morfologia (relacionada a estrutura da planta), genética (relacionada a transmissão de características herdadas), taxonomia (relacionada a classificação), ecologia (relacionada a interação com o ambiente que as cerca) e fisiologia (relacionada aos fenômenos vitais, como fotossíntese e respiração).

Dentro dessa enorme gama de estudos, a fisiologia é o ramo que abarca a importância das folhas para a planta e o ambiente, proporcionando um melhor entendimento de processos⁹ vegetais realizados por tais órgãos como fotossíntese, transpiração e gutação.

O termo fotossíntese é advindo do grego *photosynthesis*, que significa “síntese usando a luz”. De uma maneira muito simplificada, podemos explicá-la dizendo que as células dos organismos fotossintéticos (plantas, algas e cianobactérias) possuem um pigmento verde denominado clorofila, responsável pela captação da luz solar, e, através de uma série de reações bioquímicas, transforma a água e o gás carbônico em oxigênio e glicose, que é a fonte de energia para todas as formas de vida (LACERDA, ENÉAS-FILHO, PINHEIRO, 2007). De acordo com os autores, a transpiração vegetal (ou evapotranspiração) está diretamente associada às relações hídricas do vegetal, quando a água (em forma de vapor) em sua trajetória final sai da folha em direção a atmosfera. Ela se realiza, essencialmente, por estruturas especializadas denominadas estômatos.

A gutação é um fenômeno em que se pode visualizar a formação de pequenas gotas de água nas extremidades das nervuras e na margem das folhas de plantas de pequeno porte e com baixa capacidade de transpiração. Isso ocorre em algumas espécies vegetais, em condições ambientais específicas, como alta irrigação e umidade relativa do ar (LACERDA *et al.*, 2007).

Além de exercerem as funções relacionadas ao metabolismo vegetal acima mencionadas, as folhas também possuem importância ambiental e social. Brade (1940), por exemplo, aponta a manutenção de umidade no interior de ambientes arborizados com a absorção de água pelas raízes e distribuição gradual através da evapotranspiração, o que favorece o desenvolvimento de vegetais no solo, além de fornecer condições satisfatórias de abrigo e alimento a animais.

Em relação a sua interação com o ambiente é importante destacar a escolha do termo "ambiente" em detrimento a "meio ambiente". Concordamos com Carvalho (2004) quando sugere a importância de se repensar nossos conceitos relacionados a ligação existente entre natureza e sociedade. Esta autora relaciona o conceito de meio ambiente a uma abordagem mais

⁹ Entende-se por processo qualquer sequência natural e contínua de acontecimentos que possa ser observada nas plantas. Dentre eles pode-se citar: fotossíntese, respiração, absorção e condução de água e de nutrientes, translocação de fotoassimilados, germinação, floração, etc. (PRISCO, 2007, p. 2)

naturalista onde a natureza é vista como algo em equilíbrio, com interações ecossistêmicas estáveis, sem considerar as interações com valores sócio-históricos do mundo cultural humano.

Quando se considera o viés socioambiental, “a natureza e os humanos, bem como a sociedade e o ambiente, estabelecem uma relação de mútua interação e co-pertença, formando um único mundo” (CARVALHO, 2004, p. 36). Nessa perspectiva é possível mencionar a sociobiodiversidade, ou seja, quando as intervenções humanas geram transformações que possibilitam o aumento da biodiversidade.

A visão socioambiental orienta-se por uma racionalidade complexa e interdisciplinar e pensa o meio ambiente não como um campo de interações entre a cultura, a sociedade e a base física e biológica dos processos vitais, no qual todos os termos dessa relação se modificam dinamicamente e mutuamente. Tal perspectiva considera o meio ambiente como espaço relacional, em que a presença humana, longe de ser percebida como extemporânea, intrusa ou desagregadora ("câncer do planeta"), aparece como um agente que pertence à teia de relações da vida social, natural e cultural e interage com ela. Assim, para o olhar socioambiental, as modificações resultantes da interação entre os seres humanos e a natureza nem sempre são nefastas; podem muitas vezes ser sustentáveis, propiciando, não raro, um aumento da biodiversidade pelo tipo de ação humana ali exercida. (CARVALHO, 2004, p. 37)

Penagos (2011, apud RINK, 2014) aponta que embora muitas vezes os termos “meio ambiente” – advindo da cultura norte americana - e “meio” – advindo da cultura francófona sejam utilizados como sinônimos, existe uma diferença de interpretação entre os mesmos, pois para o autor, o termo “meio ambiente” está associado a uma visão utilitarista, separada da presença do ser humano, enquanto o termo “ambiente” é mais integralista, com uma articulação com o meio social e cultural.

Assim, o termo "ambiente" como "lugar das interações entre a base física e cultural da vida neste planeta" (Carvalho, 2004, p. 38) nos parece mais adequado por tratar a questão de uma maneira mais ampla e complexa, considerando as leis físicas e os processos biológicos da natureza, integrados ao mundo das humanidades, com relações sociais e culturais, ultrapassando a visão naturalista e observacionista da natureza.

4. PROBLEMATIZAÇÃO DE SITUAÇÕES DE ENSINO INVESTIGATIVAS E DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES COGNITIVAS

Na didática das ciências como campo de pesquisa, discute-se significativamente as práticas docentes realizadas em sala de aula (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007, GIL-PÉREZ; CACHAPUZ; CARVALHO, 2005). No entanto, o histórico do ensino de ciências aponta que o movimento de mudança curricular começou a ser discutido nas décadas de 1960 e 1970. Até este período, o ensino privilegiava a vastidão e a profundidade do conhecimento que o docente possuía relacionados à qualidade da aprendizagem dos estudantes (DUSCHL, 1994; ATAÍDE; SILVA, 2011, SUART, 2008). Com este entendimento, aos alunos cabia reter enormes quantidades de informações e reproduzi-las em avaliações escritas (SCHNETZLER, ARAGÃO, 1995). Inseridos em um sistema de transmissão-recepção, os estudantes eram vistos como "tábula rasa", um receptáculo a acatar as informações do professor que era o centro detentor do conhecimento (SUART, 2008; ATAÍDE; SILVA, 2011).

A partir da década de 1970, com a abertura do ensino para as classes menos favorecidas, a escola elitista sofreu uma mudança de paradigma no qual o ensino de ciências é focado em fornecer informações associadas à revolução tecnológica com o objetivo de preparar mão de obra especializada e consumidores atentos ao uso das novas tecnologias (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2007; ATAÍDE; SILVA, 2011).

Ataíde e Silva (2011) ressaltam que esse modelo tradicional de ensino começou a ser contestado a partir da década de 1980 e, por isso, diversas pesquisas foram desenvolvidas considerando as ideias dos alunos no processo de aprendizagem.

Como proposta alternativa influenciada pelos trabalhos de Piaget, Vygotsky e Ausubel surge o modelo construtivista que implícita ou explicitamente afirma que a aprendizagem significativa ocorre como resultado da interação entre sujeito e objeto ou sujeito e seus pares.

Ogborn (1997) aponta que uma educação construtivista possui quatro pontos essenciais:

- 1º) A importância do envolvimento ativo do aprendiz no pensamento, se algo como entendimento pode ser descoberto;
- 2º) A importância em respeitar a criança e suas próprias ideias;
- 3º) Que a ciência é composta por ideias criadas por seres humanos;
- 4º) Que o desenho do ensino deve priorizar em fazer sentido aos aprendizes, capitalizando u utilizando o que sabem e direcionando dificuldades que podem surgir a partir da maneira em como eles imaginam que as coisas são. (p. 131, tradução nossa)

Segundo esse modelo, as ideias prévias dos alunos são tidas como marco inicial para a progressão das atividades. Eles têm um papel central e ativo em suas aprendizagens. O aluno deixa de ser visto como um indivíduo sem concepções e passa a ter um papel central e ativo em sua aprendizagem e o professor o acompanha como mediador.

Suart (2008) ressalta que, com essa mudança de paradigma, o professor deve possuir atitudes: 1- mediadoras, as propostas que visam ao avanço do conhecimento podem ser feitas por si próprio ou pelos alunos; 2- problematizadoras, transformando conteúdos em problemas significativos; 3- interdisciplinares, superando os limites de sua área de conhecimento; 4- dialógicas, com a valorização da fala dos estudantes "pois a aprendizagem é construída, em partes, a partir de um discurso coletivo, o que pode contribuir para o processo reflexivo e ativo do aluno." (p. 15)

Pereira (2015) pautando-se na obra de John Dewey (1959) afirma que devem existir algumas condições para que os alunos se envolvam em atividades: interesse, estímulo para o ato de pensar; possuir conhecimentos necessários para agir numa situação problema; desenvolver sugestões para a solução do problema e, ainda, colocar em prova suas ideias para que tenham significado. Nesse percurso, os alunos praticam as habilidades relacionadas à linguagem (expressão, convencimento e escuta do interlocutor) de maneira a participar ativamente no processo de construção de seu conhecimento e em seu desenvolvimento cognitivo.

4.1 Valorização do conhecimento prévio do aluno

O aluno como ser sociocultural interage com o ambiente e cria suas concepções de mundo baseadas na necessidade de compreender seu entorno. Ao chegar na escola traz consigo como bagagem esse sistema de representações entendido como coerente e que o ajuda a explicar o mundo. De acordo com Perrenoud (2000) nenhum professor experiente desconhece este fato. O autor afirma ainda que estudos em didática das ciências destacam que mesmo quando se

realizam demonstrações irrefutáveis nem sempre é fácil fazer com que os alunos abandonem suas concepções prévias. A estratégia de trabalhar a partir dessas representações ocorre quando é aberto um espaço para discussão, no qual o professor se mostra interessado em "tentar compreender suas raízes e sua forma de coerência" (Perrenoud, 2000, p. 27) onde os alunos não se sintam censurados em expô-las, mas sim estimulados à oitiva e à fala.

Em um estudo sobre perguntas em aulas investigativas de ciências, Machado e Sasseron (2012) revisaram alguns instrumentos analíticos para propor a "construção teórica de categorias para as perguntas feitas pelo professor de ciências em aulas investigativas" (p. 29). A proposta se baseou na dissertação de mestrado de Machado (2012) que examina três classificações diferentes existentes na literatura para a análise das perguntas feitas em aulas de ciências.

A etapa de criar o problema é essencial para uma aula investigativa, pois se o problema não for bem compreendido, as etapas do ciclo se diluem. Verificar o conhecimento prévio do aluno é também uma parte da criação do problema, pois, sem esse conhecimento prévio, não se reconhece o problema proposto, e o aluno precisa reconhecer o problema e tê-lo para si de modo a se engajar na sua resolução. (MACHADO; SASSERON, 2012, p. 36)

Quando envolvidos no objetivo de encontrar uma solução para uma situação problema, o trabalho em grupo se traduz em um conhecimento construído coletivamente, orientado pelo professor no sentido de fornecer auxílio, sem explicitar a solução.

Para Perrenoud (2000), o professor que faz uso dos conhecimentos prévios dos alunos em situações problema se esforça no sentido de se colocar em seu lugar, buscando em sua memória os momentos em que recebia os conhecimentos pela primeira vez. O autor indica o fator heterogeneidade como funcional, pois é, ao mesmo tempo, um risco e um trunfo, já que a mesma tarefa não é de igual dificuldade nem promove as mesmas aprendizagens para todos os integrantes do grupo. Um trunfo, pois os modos de participação individuais são diferenciados; um risco, pois "alunos mais dotados de recursos" (Perrenoud, 2000, p. 43) se favorecem durante a divisão das tarefas.

Ao professor cabe a gestão da situação problema, escolhendo situações que se posicionem no que Vygotsky (1978) chamou de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). O autor sugere que a aprendizagem é mais significativa quando baseada no processo de construção do conhecimento conduzido pelos estudantes e se potencializa quando o professor cria

ambientes de aprendizagem que favoreçam a interação dos alunos (de forma cooperativa) na tarefa de resolver um desafio cognitivo que parta daquilo que eles já sabem (MARQUES, 2007). Vygotsky enfatizou a importância dos contextos culturais e da linguagem no processo de aprendizagem e

de acordo com ele, as pessoas usam instrumentos que vão buscar à cultura onde estão imersas e entre esses instrumentos tem lugar de destaque a linguagem, a qual é usada como mediação entre o sujeito e o ambiente social. A internalização dessas competências e instrumentos conduz à aquisição de competências de pensamento mais desenvolvidas, constituindo o cerne do processo de desenvolvimento cognitivo (MARQUES, 2007, p. 3).

Dada a importância que o ambiente possui como instrumento central no processo de desenvolvimento cognitivo, faz-se essencial explorar com mais profundidade essa relação entre o entorno, seja ele social ou natural, e a aquisição da capacidade de observá-lo.

4.2 Desenvolvimento da capacidade de observar o entorno social e natural, relacionando-os

À luz da teoria ZDP de Vygotsky (1978), o papel do professor está relacionado com a capacidade de fornecer oportunidades de interações entre os estudantes de maneira a promover avanços em seu desenvolvimento individual, atuando como mediador e possibilitador dessas interações. A intervenção na ZDP dos alunos é de sua responsabilidade, visto que tem a incumbência de "tornar acessível ao aluno o patrimônio cultural já formulado pelos homens" (REGO, 2012, p. 77). De acordo com a autora, o professor deve partir do conhecimento que os estudantes já possuem e promover situações que envolvam a observação de fenômenos da natureza e resolução de questões (individualmente ou em grupos) que incentivem a curiosidade, o aprendizado sobre fontes de acesso ao conhecimento e possibilitem a troca de informações.

Nessa perspectiva, Vygotsky procurou conceber um método que pudesse possibilitar compreender a natureza do comportamento humano como parte da progressão histórica de nossa espécie. Assim, defendia que as funções psicológicas têm sua origem nas relações do indivíduo e o contexto social e cultural em que está inserido. Dentre muitas de suas contribuições, postulava a relação indivíduo/sociedade de forma dialética entre o homem e seu contexto social e cultural (REGO, 2012). Chamada pelo autor de concepção interacionista, o autor aponta que o aprendizado do ser humano se desenvolve a partir da interação com outros indivíduos, em um

determinado grupo cultural. Assim,

Vygotsky, inspirado nos princípios do materialismo dialético, considera o desenvolvimento da complexidade da estrutura humana como um processo de apropriação pelo homem da experiência histórica e cultural. Segundo ele, organismo e meio exercem influência recíproca, portanto o biológico e o social não estão dissociados. Nesta perspectiva, a premissa é de que o homem constitui-se como tal através de suas interações sociais, portanto, é visto como alguém que transforma e é transformado nas relações produzidas em uma determinada cultura. É por isso que seu pensamento costuma ser chamado de *sociointeracionista*. (REGO, 2012, p. 72)

Na concepção sociointeracionista há uma rejeição às concepções inatista (supervalorização do aspecto hereditário) e ambientalista (ênfase às pressões do entorno), destacando que o desenvolvimento humano é compreendido por meio de trocas que ocorrem entre meio e indivíduo reciprocamente, durante toda a vida, e que a natureza do comportamento humano está atrelada ao desenvolvimento histórico da espécie. Nessa abordagem, a inserção do homem em um determinado contexto sócio-histórico resulta do processo de internalização de formas culturalmente dadas que estão sempre em movimento e mudança.

Ademais o sujeito se estabelece de forma completa por meio de seu desenvolvimento orgânico, somado às trocas socioculturais do grupo em que se insere, ou seja, na interação com o mundo, composto pelos demais indivíduos e a natureza. Percebe-se uma valorização das interações sociais, principalmente as que estimulam o diálogo, o confronto de pontos de vista, e a cooperação e trocas de informações mútuas para a produção de conhecimentos pelos alunos, cabendo ao professor a tarefa de realizar sua promoção (REGO, 2012).

Uma prática escolar baseada nessa teoria necessariamente considera o sujeito ativo em seu processo de aprendizagem. No entanto, a atividade espontânea de descoberta do mundo não contempla a apropriação de conhecimentos acumulados historicamente pela humanidade.

Assim, faz-se importante a intervenção pelo professor com o uso de uma abordagem investigativa e a conseqüente interação com os pares. Acreditamos que o estudo da temática "a importância das folhas para a planta e para o ambiente" busca partir dos conhecimentos espontâneos e relacioná-los aos conteúdos científicos específicos, às competências e às habilidades da cultura científica por meio de fenômenos vivenciados em seu cotidiano.

4.3 Autonomia e protagonismo do estudante no ensino por investigação

Historicamente, a educação acompanha as modificações que ocorrem na sociedade, consoante aos processos políticos e filosóficos de cada período e, no ensino de ciências, não é diferente (CARVALHO, 2013; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

A ênfase dada ao ensino por memorização de conceitos, fórmulas e leis dificulta sua relação com situações do cotidiano e da realidade dos estudantes (CARVALHO, 2013; WILSEK; TOSIN, 2011). Em contrapartida, o ensino por investigação, apesar de não possuir uma unidade de definição e formato, de acordo com pesquisadores como Azevedo (2015), Munford e Lima (2007), Silva Júnior e Coelho, (2015), Zômpero e Laburú (2011), é considerado uma estratégia que visa favorecer a autonomia e o protagonismo do estudante na medida em que promove sua participação ativa.

A trajetória do ensino por investigação remonta aos movimentos da Escola Nova (Europeia) e da Escola Progressista (Norte Americana) do século XX (Bianchini, 2011) e possui raízes construtivistas, pautadas nas teorias de Piaget, Ausubel e Vygotsky (SCARPA e SILVA, 2013). Suas bases socioculturais partem "da capacidade inata do homem para se sentir curioso, explorar, aprender, refletir e transformar realidade" (Bianchini, 2011, p. 22) a partir de experiências de suas vivências.

Segundo o Dicionário da Língua Portuguesa (2013) a palavra investigação deriva do verbo investigar que provém do latim "*in*" e "*vestigium*" que em seu sentido literal refere-se a ação de ir atrás de pegadas, ou seja, seguir os vestígios de algo ou de alguém. Também faz referência a realizar atividades intelectuais de maneira objetiva, organizada e sistematizada (MORENO *et al.*, 2015)

Munford e Lima (2007) ressaltam que a preocupação dos educadores das ciências em buscar iniciativas de ensino por meio da investigação é uma construção histórico-social, fruto de reflexões pautadas em "discussões que ocorreram nos campos da filosofia, sociologia e história da ciência bem como no campo dos estudos do currículo" (p. 96).

Considerando as características e os objetivos que envolvem o ensino por investigação, Sasseron (2015) destaca que

a investigação em sala de aula deve oferecer condições para que os estudantes resolvam problemas e busquem relações causais entre variáveis para explicar o fenômeno em observação, por meio do uso de raciocínios do tipo hipotético-dedutivo, mas deve ir além: deve possibilitar a mudança conceitual, o desenvolvimento de ideias que possam culminar em leis e teorias, bem como a construção de modelos. (p. 58)

Sasseron (2015) afirma ainda que o ensino por investigação não se refere a uma estratégia utilizada especificamente para determinados conteúdos, mas sim de uma "abordagem didática" que pode ser utilizada em diferentes aulas e temas, desde que possibilite ao aluno um papel ativo "na construção de entendimento sobre os conhecimentos científicos" (ibidem). Seu requisito é que ocorra um trabalho em parceria entre professor e alunos. Do professor é preciso orientação para os alunos colocarem em prática e realizarem o processo de investigação. Dos alunos, são demandadas habilidades relacionadas à resolução de problemas por meio da interação com os colegas, da argumentação e dos conhecimentos anteriores.

Duschl (1994) afirma que as ideias dos historiadores das ciências das décadas de 1930 e 1950 começaram a repercutir na educação em ciências na década de 1960. Essas ideias apontavam para o fato de que, historicamente, a ciência não se sustentava apenas como um processo indutivo e lógico, mas pelo fato de que o conhecimento científico produzido era influenciado pelas perspectivas teórico-sociais em que estavam inseridas. Tal autor destaca a importância dos trabalhos de Joseph Schwab (biólogo e educador), pois para ele o conhecimento científico estaria estruturado em duas categorias. Uma delas diz respeito ao "conhecimento científico substantivo" que representa conceitos, teorias, modelos visando explicar os fenômenos naturais. Já a outra categoria refere-se ao "conhecimento sintático" que envolve os procedimentos e práticas aceitas entre os cientistas como válidas para a construção de modelos.

Em trabalhos posteriores, esse autor apresentou a ideia de um "ensino de ciências por investigação", baseado na proposição de que os currículos de ciência deveriam refletir aspectos do conhecimento sintético, isto é, dos processos e procedimentos para se chegar aos conhecimentos científicos (MUNFORD; LIMA, 2007, p. 97).

Entendemos que as atividades investigativas são originadas do ensino por investigação e, portanto, trazem consigo suas características.

De acordo com Azevedo (2015), uma atividade considerada investigativa deve levar o aluno a argumentar, justificar, resgatar conhecimentos adquiridos e aplica-los em novas

situações de modo a participar ativamente de sua aprendizagem.

Segundo Munford e Lima (2007), uma atividade investigativa não envolve e nem se restringe, obrigatoriamente, a uso de práticas laboratoriais; a ser utilizada no ensino de todo conteúdo, em todos os temas; às atividades bastante abertas, mas sim em diferentes níveis de abertura de acordo com a faixa etária e perfis dos estudantes. Para as autoras, no processo investigativo é importante que os estudantes se envolvam por meio do uso de perguntas com orientação científica, formulando respostas que empreguem evidências, priorizando explicações que resgatem o conhecimento científico e que as comuniquem baseados em justificativas.

Azevedo (2015) ressalta também a importância de uma fundamentação para que o aluno entenda o motivo de sua investigação. Para fazer sentido para os estudantes, "é fundamental nesse tipo de atividade que o professor apresente um problema sobre o que está sendo estudado" (p. 21). Neste processo, as dimensões procedimentais e atitudinais tornam-se tão importantes quanto as conceituais. Assim, a aprendizagem e o desenvolvimento de conceitos ocorrem juntamente com o aprendizado de procedimentos e atitudes durante a resolução de problemas (AZEVEDO, 2015).

Uma atividade que se caracterize como investigativa, segundo Bianchini (2011), faz uso de uma situação problema, em que, na busca por uma solução, os estudantes discutam e elaborem hipóteses. Assim, a maneira de se propor a problematização em uma situação de ensino refletirá na forma como o professor conduzirá as atividades e os alunos, a investigação.

Nesse estudo consideramos que, para que uma atividade seja categorizada como do tipo investigativa, é necessário que preencha alguns requisitos, como desenvolver o raciocínio crítico e tomada de decisões, testar hipóteses, resolver problemas associados ao cotidiano, promover maior protagonismo do aluno, contribuir para sua reflexão, construir o conhecimento através de processos dialógicos e desenvolver explicações e previsões sobre o mundo natural utilizando princípios e evidências.

4.4 Resolução de problemas no ensino por investigação

As atividades voltadas para a resolução de problemas podem ter diferentes configurações de acordo com a intencionalidade do professor. Nessas, os alunos são colocados em processos investigativos, envolvem-se com a aprendizagem, levantam hipóteses, analisam evidências e comunicam os resultados (SÁ *et al.*, 2007).

Devido à diversidade de trabalhos práticos realizados em aulas de ciências, Caamaño (2004) propôs uma classificação para os trabalhos práticos experimentais, baseada em quatro tipos: "experiências, experimentos ilustrativos, exercícios práticos e investigações" (p. 2, tradução minha), sendo esta última dividida em investigações para resolver problemas teóricos e investigações para resolver problemas práticos. Para este autor, uma investigação é uma atividade onde se busca resolver um problema teórico ou prático com a elaboração de um experimento e a avaliação de seu resultado.

Os principais objetivos quando se utiliza a investigação para a resolução de problemas teóricos ou práticos é testar hipóteses ou precisar determinadas propriedades, buscando encontrar uma resposta a uma pergunta ou confirmar uma hipótese. Já quando se utiliza a investigação para a resolução de problemas práticos, o objetivo é a compreensão processual da ciência com uso de investigações para a resolução de problemas, geralmente relacionados aos contextos da vida cotidiana.

O modelo de investigação baseada na resolução de problemas fundamenta a aprendizagem da ciência em suas dimensões conceitual (compreensão dos fenômenos), procedimental (compreensão das técnicas) e atitudinal (compreensão cultural ampla), que durante a resolução confluem para os processos cognitivos (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2007). Esta autora também pontua que, junto dos conhecimentos teóricos, a resolução de problemas dá a oportunidade aos alunos de adquirirem confiança em si mesmos e nas suas capacidades de resolvê-los.

Duschl (2008) ressalta a importância da educação em ciências harmonizando as metas de aprendizado "conceituais, epistêmicas e sociais" (p. 269, tradução nossa). O autor chamou de "Imperativo Cultural" (p. 268, tradução nossa) a perspectiva que vê o conhecimento e prática de disciplinas como Ciências, Tecnologias, Engenharia e Matemática intrinsicamente envolvidas na sociedade, reconhecendo a importância das dimensões sociais e epistêmicas na educação em ciências.

A nova perspectiva da educação científica concentra-se no que os alunos precisam *fazer* para aprender ciência. A noção de *fazer* na educação científica tem sido tradicionalmente associada à manipulação de objetos e materiais para envolver os alunos com fenômenos para ensinar o que sabemos. (...) O formato dominante em materiais curriculares e práticas pedagógicas é revelar, demonstrar e reforçar através de aulas investigativas tipicamente curtas, quer (a) "o que conhecemos" como identificado nos livros didáticos ou pela autoridade do professor ou (b) os processos gerais da ciência sem conexões significativas com contextos relevantes ou com o desenvolvimento do conhecimento conceitual. O que está faltando é uma sensação de *fazer* que incorpora os processos dialógicos de construção do conhecimento que estão no centro da ciência, ou seja, obter e usar princípios e evidências para desenvolver explicações e previsões que representam nossas crenças mais bem fundamentadas sobre o mundo natural. Em outras palavras, o que falta no discurso pedagógico é como sabemos o que sabemos e por que acreditamos (DUSCHL, 2008, p. 269, tradução nossa – grifo do autor).

Neste modelo, deve-se atentar para o grau de abertura da investigação. Caamaño (2004) afirma que essa abertura se define em relação a: 1- a forma como o problema surge; 2- a diversidade de estratégias possíveis para sua solução; 3- o nível de ajuda dada pelo professor no planejamento e implementação; e 4- a diversidade de soluções (p. 4, tradução nossa).

Outros autores (Schwab, 1962; Herron, 1971; Tamir, 1991; Borges, 2002; Pella, 1961; Priestley, 1997, entre outros) propõem níveis de abertura para se discutir os papéis de professores e alunos em atividades investigativas. Concordamos com Suart (2016) quando afirma que

embora muitos desses critérios estejam relacionados à atividade experimental, estes podem ser utilizados para compreender os limites e possibilidades do ensino e aprendizagem por meio das atividades por investigação, uma vez que, concordamos, nesta pesquisa, que um ensino por investigação não necessariamente aconteça por meio da experimentação. (p. 41)

O grau de abertura de uma atividade experimental pode variar de acordo com os "papéis desempenhados pelo professor e pelos alunos nas diversas etapas envolvidas em uma atividade com características investigativas", ou seja, quanto maior a intervenção do professor, menor o grau de abertura da atividade. Isso pode "definir diferentes graus de liberdade conferidos ao aluno." (SOUZA *et al.*, 2013, p. 20).

Schwab (1962) foi um dos pioneiros na tentativa de se definir os níveis de abertura em atividades práticas laboratoriais, conforme se vê na figura 1.

Figura 1: Níveis de abertura propostos por Schwab (1962)

Nível	Professor	Alunos
Nível 1	Apresentar os problemas e os meios	Encontrar as respostas
Nível 2	Apresentar os problemas	Desenvolver a metodologia e encontrar as respostas
Nível 3	Apresentar os fenômenos	Identificar os fenômenos, desenvolver a metodologia e encontrar as respostas

Fonte: autoria própria.

O autor propôs três níveis: no primeiro o professor apresenta problemas e os meios para resolvê-lo, deixando aos estudantes a tarefa de encontrar as respostas; no segundo nível, o professor apresenta apenas o problema, sendo os alunos responsáveis por desenvolver a metodologia que os auxilie a encontrar as respostas; e, no terceiro nível, o professor é responsável somente por apresentar fenômenos que amparem na identificação de um problema, e aos estudantes cabe a tarefa de identificar o(s) fenômeno(s), desenvolver a metodologia e encontrar as respostas.

Souza e colaboradores (2013) apresentaram classificações de diferentes autores sobre níveis de abertura das atividades investigativas. Nas figuras 2, 3, 4 e 5 são apresentadas classificações que envolvem professor, o aluno e suas interações.

Figura 2: Níveis de abertura propostos por Herron¹⁰ (1971)

Nível	0	1	2	3	4
Nome	Demonstração	Exercício	Investigação estruturada	Investigação aberta	Projeto
Objetivo	Dado	Dado	Dado	Dado	Dado em parte ou aberto
Material	Dado	Dado	Dado todo ou em parte	Aberto	Aberto
Método	Dado	Dado	Dado em parte ou aberto	Aberto	Aberto
Solução	Dado	Aberta	Aberta	Aberta	Aberta
Tipo de prática	Verificacionista	Verificacionista	Verificacionista ou investigativa	Investigativa	Investigativa

Fonte: SOUZA *et al.*, 2013, p. 21.

Para Herron (1971), em uma Demonstração (nível 0) os estudantes conhecem de antemão os objetivos e o resultado final, sendo apenas uma prática voltada para a comprovação de princípios teóricos. No Exercício (nível 1) seguem instruções, registram e reproduzem a partir de técnicas de manipulação e observação. Uma Investigação Estruturada (nível 2) fundamenta-se em práticas investigativas intermediárias, nas quais os objetivos e a metodologia são fornecidos aos estudantes. Já na Investigação Aberta (nível 3), apenas o objetivo é dado, tendo o estudante a autonomia para identificar o problema, formular as hipóteses e escolher a metodologia para buscar a solução. E, no Projeto (nível 4), os estudantes têm total autonomia para investigar uma questão cujo objetivo foi proposto por si próprio. (SATO, 2014).

Tamir (1976) descreve sobre os tipos de atividades laboratoriais e baseando-se em Pella (1961), Schwab (1962) e Herron (1971), elabora uma tabela com níveis de abertura propostos em cada etapa das atividades, conforme se observa na figura 3.

¹⁰ HERRON, M. The nature of scientific inquiry. *School Review*, 79, 1971, p. 171- 212,

Figura 3: Níveis de abertura propostos por Tamir¹¹ (1991)

Nível de investigação	Problemas	Procedimentos	Conclusões
Nível 0	Dados	Dados	Dadas
Nível 1	Dados	Dados	Em aberto
Nível 2	Dados	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Fonte: SOUZA *et al.*, 2013, p. 21.

A figura 4 a seguir apresenta a proposta de Pella (1961) considerando três níveis de abertura na realização de uma atividade. Para este autor, cada uma das etapas de uma atividade experimental pode ter um maior ou menor grau de abertura para um envolvimento intelectual e afetivo do aluno de maneira mais ativa na realização da atividade (SOUZA *et al.*, 2013).

¹¹ TAMIR, P. Practical work at school: An analysis of current practice. In: WOOLNOUGH, B. (ed). **Practical Science**. Milton Keynes: Open University Press, 1991.

Figura 4: Níveis de abertura de atividades experimentais por Pella¹² (1961)

	TRADICIONAL	INVESTIGATIVA		
		NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3
Elaboração do problema	Não há	Professor	Professor	Aluno
Elaboração de hipótese	Não há	Não há, ou o professor	Aluno	Aluno
Proposição dos procedimentos	Professor	Professor	Aluno	Aluno
Coleta de dados	Aluno	Aluno	Aluno	Aluno
Análise dos dados	Professor	Aluno	Aluno	Aluno
Elaboração da conclusão	Aluno/ Professor	Aluno	Aluno	Aluno

Fonte: Fonte: SOUZA *et al.*, 2013, p. 23.

Comparando as três figuras, é possível identificar a existência de diferentes classificações para os níveis de abertura de uma atividade, com gradações que se iniciam com um modelo tradicional (ou nível 0) até alcançar um amplo grau de autonomia, representado pelo nível 3 (ou 4) de abertura, conforme participação mais intensa e liberdade de ação pelos estudantes.

Neste estudo, a proposta experimental foi classificada no segundo nível de acordo com Schwab (1962), pois o problema a ser resolvido foi apresentado pela professora e a metodologia permite um maior grau de liberdade aos estudantes. Já pelas classificações de Herron (1971), Pella (1961) e Tamir (1976), se categoriza no nível 2 como uma investigação verificacionista ou investigativa, na qual o objetivo e os problemas são dados pelo professor, enquanto a elaboração de hipótese, os procedimentos, as soluções e as conclusões ficam abertos para o estudante explorar.

Após a elaboração do planejamento da atividade, é preciso que a mesma “saia do papel

¹² PELLA, M. O. The laboratory and science teaching. *The Science Teacher*, 28, 1961, p.20-31.

e ganhe vida”. Nesse sentido, para se implementar uma atividade investigativa, é necessário um preparo prévio (por exemplo, do espaço físico) à execução da atividade que pode ser variável de acordo com as normativas da instituição de ensino onde o professor e suas turmas estão inseridos. Além disso, caso seja considerada uma metodologia de ensino inovadora à habitual, cabe ao professor explicitar aos estudantes o que se espera deles, seus papéis e contribuições dentro do processo de aprendizagem. Também é importante que o professor registre suas reflexões sobre o desenvolvimento da atividade para que possa fazer uma análise do processo e, se necessário, fazer ajustes para propostas futuras.

Assim, para se elaborar uma atividade investigativa, primeiramente, é necessário que o professor se mobilize para esse fim, e se proponha a repensar a dinâmica de interações ocorridas em sala de aula, e adquira uma postura questionadora, propondo problematizações. Também, é importante trazer características que a fazem como tal, de acordo com as já apontadas e, por fim, a atividade deve cumprir os objetivos planejados e promover maior participação, interação e entendimento dos alunos nas aulas de ciências.

Borges (2002) entende que uma situação problematizadora pode ser mais ou menos aberta conforme a intencionalidade do professor ou do roteiro utilizado para fornecer a respectiva tarefa (PEDROSO *et al.*, 2017).

A figura 5 abaixo compara o grau de abertura de atividades laboratoriais tradicionais do tipo “receita de bolo” com atividades investigativas.

Figura 5: Níveis de abertura propostos por Borges ¹³(2002)

Aspectos	Laboratório tradicional	Atividades investigativas
Quanto ao grau de abertura	Roteiro pré-definido	Variado grau de abertura
		
	Restrito grau de abertura	Liberdade total no planejamento
Objetivo da atividade	Comprovar leis	Explorar fenômenos
Atividade do estudante	Compromisso com o resultado	Responsabilidade na investigação

Fonte: SOUZA *et al.*, 2013, p. 22.

Já na figura 6 são estabelecidas relações entre o grau de abertura da atividade experimental e os processos cognitivos requeridos. Priestley (1997) "propôs uma escala de sete níveis de abertura para as atividades práticas de laboratório e observou, para cada um dos níveis, os processos cognitivos que cada nível potencializa" (SUART, 2016, p. 41).

¹³ BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, n. 19, v. 3, 2002, p. 291-313.

Figura 6: Níveis de abertura propostos por Priestley¹⁴ (1997)

Nível	Nome	Descrição	Processo cognitivo requerido
1	Hermeticamente fechado	Todos os procedimentos são dados aos alunos. Os dados são anotados em locais definidos na folha de atividades de laboratório. As tabelas de dados são incluídas.	Conhecimento
2	Muito fechado	Todos os procedimentos são dados aos alunos. As tabelas de dados são incluídas.	Conhecimento
3	Fechado	Todos os procedimentos são dados aos alunos.	Conhecimento e compreensão
4	Entreaberto	Todos os procedimentos são dados aos alunos. Algumas perguntas ou conclusões são abertas.	Compreensão e aplicação
5	Ligeiramente aberto	A maioria dos procedimentos são dados aos alunos e algumas perguntas ou conclusões são abertas.	Aplicação
6	Aberto	Os estudantes desenvolvem seus procedimentos. Uma lista com os materiais é fornecida. Muitas perguntas e conclusões são abertas.	Análise e síntese
7	Muito aberto	Aos estudantes é indicado um problema a ser resolvido ou eles mesmo podem indicá-lo. Os estudantes desenvolvem seus procedimentos e chegam às suas conclusões.	Síntese e avaliação

Fonte: Fonte: SOUZA *et al.*, 2013, p. 22.

Para Priestley (1997), processos cognitivos de ordem mais elevada estão associados a situações investigativas com maiores níveis de abertura, pois têm um enfoque mais indutivo. Os resultados são desconhecidos de antemão e,

portanto, o aluno é forçado a projetar, desenvolver e conduzir seu próprio experimento, formular hipóteses e prever o resultado (Tamir, 1976). Este tipo de prática pode ter um componente de coleta e análise de dados, e formulação e posterior verificação de hipóteses. Esta estratégia aumenta o uso de processos cognitivos de alta ordem. (JIMÉNEZ VALVERDE, LLOBERA JIMÉNEZ E LLITJÓS VIZA, 2006, p. 61, tradução minha).

Assim, Priestley (1997), Jiménez Valverde, Llobera Jiménez e Llitjós Viza (2006) afirmam que quanto maior o grau de abertura de uma atividade experimental, maior o esforço

¹⁴PRIESTLEY, W. J. The impact of longer term intervention on reforming physical science teachers' approaches to laboratory instruction: seeking a more effective role for laboratory in science education. **Dissertation Abstracts International**. 58, 1997, p. 806.

mental exigido dos estudantes, e conseqüentemente, maior possibilidade de desenvolvimento de habilidades cognitivas de nível superior.

Nesse sentido, as atividades voltadas para a resolução de problemas podem se tornar mais eficazes a partir de perguntas significativas, em situações desafiadoras que estão ao alcance de sua resolução pelos estudantes (PERRENOUD, 2000). Sendo assim, é muito importante que as questões, elaboradas para guiar os estudantes no processo de busca por uma resposta, sejam verdadeiras. Os problemas verdadeiros são chamados de abertos, enquanto que os falsos são identificados como fechados (ZANON, 2013). Por isso, o tipo de interação e de abordagem comunicativa que se estabelece entre o professor e os estudantes em sala de aula é muito importante (MORTIMER; SCOTT, 2002).

Carvalho (2013, p. 02) ressalta "a importância de um problema para o início da construção do conhecimento" e apresenta a problematização como um "divisor de águas entre a aula expositiva e uma nova maneira de ensinar, de um modo mais interativo", quando afirma que

Ao fazer uma questão, ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocinar para o aluno e sua ação não é mais o de expor, mas de orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento.

Os objetivos da apresentação de uma questão como ponto de partida na qual se desperte o interesse dos alunos e que utilize seus conhecimentos – tanto de mundo como os prévios já sistematizados – e os estimule na resolução de problemas, proporciona a participação dos estudantes no processo de produção de seu próprio conhecimento (AZEVEDO, 2015). Sua resolução se torna um importante instrumento, pois permite que durante a aquisição do conhecimento de fatos e conceitos também ocorra o desenvolvimento de habilidades de raciocínio, argumentação e ação.

Para que uma atividade seja classificada como problematizadora deve existir um conjunto de etapas nas quais os alunos iniciam lançando suas hipóteses e buscando analisá-las, discutindo resultados com os pares e com professor, desenvolvendo sua habilidade argumentativa (CARVALHO, 2013).

É importante também que o professor, ao iniciar uma atividade investigativa, contextualize o assunto que está sendo trabalhado e no fechamento que os alunos tenham

oportunidade de produzir um texto como forma de sistematização do conhecimento, onde se pode analisar o desenvolvimento da argumentação e das habilidades cognitivas.

4.5 Argumentação: desenvolvimento de habilidades cognitivas

O significado de "argumento" em aulas de ciências varia de acordo com o marco de estudo (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BROCOS, 2015). Segundo estes autores, a argumentação permite diferentes entendimentos e, por isso, faz-se necessário esclarecer nosso entendimento neste trabalho.

A argumentação tem sido alvo do interesse por professores e pesquisadores visando ao seu uso em situações de ensino e aprendizagem devido ao seu caráter polivalente, pois está presente em diferentes esferas da vida diária como uma forma básica de pensamento, tanto no plano intrapessoal, como em situações públicas e interpessoais. Além disso, um considerável número de estudos tem se dedicado a compreender a relação entre a argumentação e o estímulo dos processos cognitivos-discursivos "vistos como essenciais na construção do conhecimento e ao exercício da reflexão" (LEITÃO, 2011, p. 15). Para esta autora, a argumentação é definida como

uma atividade de natureza discursiva e social que se realiza pela defesa de pontos de vista e a consideração de objeções e perspectivas alternativas, com o objetivo último de aumentar – ou reduzir – a aceitabilidade dos pontos de vista em questão (LEITÃO, 2007, p. 454).

Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) consideram a proposta de Kuhn¹⁵ e colaboradores esclarecedora, indicando "usar o termo argumento para o produto, o enunciado ou o resultado de discurso razoado, e argumentação, o discurso argumentativo, para o processo dialógico social." (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, BROCOS, 2015, p. 144).

Segundo Vygotsky (1978), o ser humano está inserido em um contexto sociocultural onde as relações com o outro são mediadas pela linguagem. Lemke (1998, apud Sasseron e

¹⁵ KUHN, D.; FRANKLIN, S. The second decade: What develops (and how)? In: DAMON, W.; LERNER, R. M. (Series Eds.), KUHN, D.; SIEGLER, R. (Vol. Eds.), **Handbook of child psychology**: vol 2. Cognition, perception, and language. 6 ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2006, p. 953-993.
KUHN, D.; UDELL, W. The development of argument skills. **Child Development**, v. 74, n. 5, p. 1245- 1260, 2003.

Carvalho, 2011) ao estudar textos científicos tem como ponto de partida a linguagem como prática social em que suas características atuam como potencializadoras dos temas estudados.

Explorando a ideia de que a fala explicita o raciocínio utilizado pelo aluno, Lemke (1997) afirma que um diálogo científico adquire cada vez mais coerência, tornando-se mais complexo e coeso à medida que novos e mais elementos são adicionados à fala. Neste sentido, o autor ainda ressalta a importância de que o professor esteja atento para os conhecimentos que os alunos já possuem e, conseqüentemente, para os significados já atribuídos a determinadas palavras e noções. (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 99)

Sasseron e Carvalho (2011) ressaltam a importância de um ensino de ciências focado nos processos envolvidos na construção dos discursos, em atividades onde exista abertura para a argumentação.

Assim, Sasseron (2015) define argumentação baseada na "defesa de pontos de vista, ou de alternativas de ação" (p. 59). Em sala de aula, o uso didático da argumentação e da investigação não possui o mesmo caráter do utilizado por pesquisadores, mas permite o entendimento de conceitos e noções que estão relacionadas ao fazer científico. Utilizar a argumentação como forma de explicitar o pensamento por meio da linguagem (oral ou registrada graficamente) implica na possibilidade de "avaliar processos de construção de entendimento", pois permite o acompanhamento da construção dos entendimentos.

Levar em conta a argumentação como forma básica de pensamento implica a possibilidade de que ela seja tomada para avaliar processos de construção de entendimento, pois a explicitação da argumentação, em seu ato discursivo, seja pela oralidade seja por registros gráficos, permitiria evidenciar as perspectivas de construção de entendimento de processos, ideias, conceitos e posições. Sob essa perspectiva, ainda que a argumentação explicita pontos de vista divergentes, isso implica e resulta em processos de percepção das divergências e na busca de uma visão convergente, mesmo que provisória e sujeita a novas contraposições. (SASSERON, 2015, p. 59)

Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) caracterizam a argumentação sob dois aspectos: o primeiro diz respeito à persuasão da audiência e o segundo refere-se à justificação a partir das evidências disponíveis. Defendem seu enquadramento nas práticas epistêmicas sobretudo no aspecto da justificação como base para a avaliação pautada em evidências.

Ainda que o processo de persuasão seja alvo de muitos estudos (Perelman e Olbrechts-Tyteca, 1958; Douglas Walton, 2007; Berland e Reiser, 2011; van Eemeren e Grootendorst,

2004, dentre outros), neste trabalho optamos por focar no aspecto justificativo da argumentação.

Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) e Leitão (2011) afirmam que diversos estudos apontam duas direções para o papel da argumentação nos processos educativos. A primeira entende a argumentação como uma atividade que favorece uma melhor compreensão de conteúdos curriculares (conceituais, atitudinais e procedimentais) dos mais diferentes campos do conhecimento – argumentar para aprender. Já a segunda visa aprender a argumentar buscando desenvolver habilidades cognitivo-discursivas específicas.

Concordamos com Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015, p. 142) quando afirmam que

aprender ciências supõe, entre outras coisas, aprender a construir e a avaliar explicações baseadas em evidências. A avaliação do conhecimento com base em evidências é um traço essencial do trabalho científico, sendo importante tornar explícito este processo em algum caso na aula.

Suart (2008) destaca que existem muito estudos sobre a argumentação e uma linha de pesquisa que tem crescido neste campo é o da sua relação com habilidades cognitivas, afirmando que com o uso da argumentação, o aluno pode "empregar o conhecimento científico para identificar perguntas, tomar decisões, elaborar hipóteses e possíveis soluções para o problema proposto" (p.52).

Para Lipman (1995), as habilidades cognitivas são condições ou instrumentos do pensamento que podem ser desenvolvidos por meio do diálogo investigativo, no qual as atividades concebidas no âmbito escolar não promovam apenas o conhecimento científico, mas sim que o extrapolem construindo significados culturais de maneira crítica.

No âmbito do desenvolvimento de habilidades cognitivas, autores como Caldeira (2005), Suart (2008), Zômpero *et al.* (2005) têm destacado a importância da argumentação na promoção destas habilidades.

De acordo com Zoller (1993, 2002) quando um aluno resolve um problema pode fazer uso de diferentes estratégias, apresentando habilidades cognitivas que podem ser categorizadas em dois grupos:

1) habilidades de ordem cognitiva alta, definidas como HOCS (*Higher Order Cognitive Skills*) que abrangem as capacidades de formular questões, solucionar problemas e tomar decisões, além do desenvolvimento de um sistema de pensamento crítico;

2) habilidades cognitivas de ordem baixa, LOCS (*Lower Order Cognitive Skills*), caracterizadas por capacidades como a de conhecer, de relembrar uma informação ou de aplicar conhecimento ou algoritmos memorizados em situações familiares ou em resolução de exercícios.

Para a resolução de um problema ou para a compreensão de conceitos, o estudante pode necessitar de diferentes níveis de “demandas cognitivas que se manifestam em processos mais complexos como reflexão e análise; ou, mais simples como memorização e aplicação de algoritmos” (SUART; MARCONDES, 2009, p. 54).

As atividades orientadas para o desenvolvimento cognitivo do aluno, podem permitir que estes construam suas explicações para a compreensão do fenômeno, estabelecendo relações entre os dados e fatos [...] observados. Pode-se oferecer ao aluno a oportunidade de pensar sobre o problema, resolvê-lo através da experimentação, relatar e discutir suas ideias, que poderão contribuir para o processo de conceituação do fenômeno (SUART, 2008, p.39)

Assim, o uso de uma atividade investigativa requer mudanças nas posturas do aluno e do professor. Este passa a ter um papel de mediador, enquanto aquele assume maior protagonismo no seu aprendizado. Ao professor, cabe a tarefa de construir situações de ensino em que o desenho metodológico utilize uma abordagem investigativa associada à problematização e que prime pelo desenvolvimento de habilidades cognitivas através do uso da argumentação.

5. DESENHO DA PROPOSTA DIDÁTICA

O desenho metodológico se caracteriza por ser um conjunto específico de procedimentos que visa responder ao problema estudado. Esses procedimentos abordam o processo utilizado para a obtenção de dados bem como posterior análise e discussão dos mesmos (RAUEN, 2013). Sua importância está relacionada ao fato de possibilitar uma aproximação entre fatos do ponto de vista empíricos e modelos conceituais da pesquisa, sendo seu "elemento mais importante o procedimento adotado para a coleta de dados" (GIL, 2002, p. 43).

Pautados nos pressupostos do desenvolvimento da argumentação para a promoção de habilidades cognitivas de ordem alta, alguns cuidados se tornaram essenciais na construção do desenho metodológico da proposta aqui apresentada. São eles: preocupação com a viabilidade de sua execução dentro da carga horária destinada para este fim; temática abordada como parte do conteúdo curricular da disciplina de ciências para o público-alvo (7º ano do Ensino Fundamental); proporcionar o protagonismo do aluno sob a mediação do professor.

O conjunto de atividades elaboradas nesta pesquisa visaram responder as duas questões de pesquisa, conforme anunciadas anteriormente, ou seja, quais habilidades cognitivas podem ser desenvolvidas por estudantes de 7º ano do Ensino Fundamental a partir do estudo sobre a importância das folhas para a planta e o ambiente numa perspectiva investigativa? Quais relações podem ser estabelecidas entre as questões-problema propostas pela professora de acordo com a intencionalidade de ensino e as respostas apresentadas pelos alunos a fim de favorecer a argumentação e promover o desenvolvimento de habilidades cognitivas?

As seis atividades propostas que envolvem a problemática " a importância das folhas para as plantas e o ambiente" foram pensadas de maneira que seu desenvolvimento ocorresse em diferentes localidades físicas. É prudente destacar que o entendimento de "sala de aula" na atualidade não compreende apenas o espaço físico tradicional, mas abarca os espaços internos e externos da escola (Bonifácio, 2017) como pátio, praças, laboratório, museus, etc. com " todo o contexto histórico social com suas múltiplas determinações" (idem, p. 41).

Como espaço tradicionalmente relacionado ao ensino, as salas de aula permitem que o trabalho e as relações entre alunos e professor ocorram. (...) Para além das salas de aula, laboratórios costumam estar vinculados às práticas das aulas de ciências. (...) A importância do laboratório para as práticas em aulas de ciências da natureza não está dada *a priori*, mas explicita-se a partir da construção do currículo e da didática de cada escola e de cada professor. No mesmo sentido, é possível dizer que o laboratório de informática, a biblioteca ou o pátio são igualmente espaços que podem ser aproveitados para a concretização de práticas relacionadas a temas das ciências da natureza. O que torna esses espaços adequados ou apropriados está mais vinculado aos objetivos do ensino do que exatamente à sua constituição como espaço físico. (SASSERON, 2015, p. 52)

Portanto, a sala de aula pode ser concebida como um poderoso ambiente onde se possibilita construções conceituais, perguntas e significações, tanto para alunos quanto para professores (MACHADO e SASSERON, 2012). Nesse sentido, as atividades propostas aos estudantes foram planejadas e desenvolvidas em praças, sala de aula tradicional, laboratório e nas casas dos estudantes conforme mostra o programa das atividades exibido no quadro 2.

Quadro 2: Programa das atividades.

PROGRAMA DAS ATIVIDADES			
ATIVIDADE	OBJETIVOS DA PESQUISADORA	LOCAIS	DURAÇÃO
1ª Sensibilização¹⁶ uso de animações	Provocar o interesse do aluno sobre o assunto abordado. Sensibilizar para as questões ambientais.	Sala de aula	Duas aulas
2ª Expectativas sobre os locais a serem visitados: registro escrito	Promover a escrita a partir das discussões em grupos acerca das questões propostas pela professora.	Sala de aula	Duas aulas
3ª Visita às praças	Favorecer a sensibilização sobre o olhar ao entorno natural e social.	Praças Coronel Salles e Paulino Botelho	Três aulas

¹⁶ Devido à polissemia do termo sensibilização, esclarecemos que o significado adotado neste trabalho se associa ao verbo sensibilizar, que de acordo com o dicionário Aurélio (2004) se relaciona a tornar-se sensível, comover.

	Favorecer a interação com os ambientes visitados.	Sala de aula	
4ª Exposição e discussão sobre as informações obtidas	Desenvolver a habilidade de argumentação. Explorar os argumentos dos estudantes sobre os elementos que estão presentes nos locais considerados. Identificar nos argumentos dos alunos as características dos locais que contribuem para a manutenção da qualidade de vida no entorno social.	Sala de aula	Duas aulas
5ª Experimentos investigativos	Desenvolver experimentos relacionados a transpiração vegetal, fotossíntese e gutação, favorecendo a proposição de hipóteses, obtenção e registro dos dados, análise dos mesmos e resgate dos conhecimentos das etapas anteriores, visando estabelecer possíveis conclusões.	Laboratório	Quatro aulas
6ª Fechamento	Resgatar o conhecimento promovido por meio das atividades realizadas.	Sala de aula	Duas aulas
			Total: 15 aulas

Fonte: autoria própria

Este programa de atividades se apresenta de forma mais explicitada no quadro 3 a seguir, onde são expostos os objetivos a serem atingidos pela professora de ciências, sua atuação e as questões-problema planejadas e a atuação esperada dos alunos para cada atividade. Ressaltamos que uma descrição pormenorizada de cada uma das atividades será apresentada no próximo capítulo.

Quadro 3: Proposta didática

PROPOSTA DIDÁTICA	
1ª ATIVIDADE: Sensibilização	
Objetivo de ensino da professora	Introduzir conceitos relativos à importância das folhas para a planta e o ambiente através da sensibilização para as questões ambientais, motivando-os a discutirem e refletirem entre si com auxílio do direcionamento dado pelas questões propostas.
Atuação da professora	<ul style="list-style-type: none"> • Exibir três animações selecionadas, a primeira se chama “Rios Voadores”, e as outras duas, trechos específicos da animação “Wall-e”. • Solicitar aos alunos que se reúnam em grupos, discutam e elaborem respostas às questões-problema. • Ressaltar que o grupo formado realizará conjuntamente todas as atividades propostas. • Lançar as questões-problema.
Questões-problema planejadas	<p>O que os vídeos nos mostram?</p> <p>Quais as funções das folhas neste vídeo?</p> <p>Como é cada ambiente mostrado?</p> <p>Quais seriam suas sensações em cada ambiente?</p>
Atuação dos alunos	<ul style="list-style-type: none"> • Assistir às animações. • Elaborar respostas que expressem suas opiniões acerca das questões lançadas pela professora.
2ª ATIVIDADE: Expectativas sobre os locais a serem visitados	
Objetivo de ensino da professora	Preparar os estudantes para a atividade de visita, levantar suas expectativas e conhecimentos prévios acerca dos dois locais.
Atuação da professora	<ul style="list-style-type: none"> • Orientar os estudantes sobre questões de ordem prática como expectativas e comportamento durante a visita. • Lançar as questões-problema que investigam os conhecimentos prévios e expectativas à visita.
Questões-problema planejadas	<p>O que vocês esperam encontrar nesse ambiente?</p> <p>Como serão as plantas desse ambiente?</p> <p>Quais serão suas sensações dentro e fora do ambiente?</p>
Atuação dos alunos	<ul style="list-style-type: none"> • Esclarecer as dúvidas referentes às expectativas e preparativos para a visita. • Refletir e discutir em grupo sobre as questões-problema lançadas. • Fazer o registro escrito das respostas.
3ª ATIVIDADE: Visita às praças	
Objetivo de ensino da professora	<ul style="list-style-type: none"> • Favorecer a consideração do entorno natural e social como local de aplicação de conceitos científicos. • Abordar a utilização e o manuseio de instrumentos para a medição de temperatura e umidade.

	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar diferentes registros sensoriais corporais (como temperatura, luminosidade e umidade) com uma maior ou menor existência de vegetação no ambiente.
Atuação da professora antes e durante a visita	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuir o roteiro previamente preparado que guia a visita e esclarecer as dúvidas referentes ao seu uso. • Estabelecer acordo relativo ao comportamento esperado dos estudantes. • Orientar quanto ao uso do aparelho celular como utilitário de registro fotográfico dos ambientes. • Dirimir as dúvidas dos estudantes no decorrer da visita.
Atuação dos alunos antes e durante a visita	<ul style="list-style-type: none"> • Esclarecer dúvidas referente ao uso do roteiro. • Desempenhar uma postura investigativa coletando dados a serem inseridos no roteiro. • Utilizar o aparelho celular como ferramenta para o registro fotográfico dos ambientes.
Atuação da professora após a visita	<ul style="list-style-type: none"> • Lançar as questões-problema que investigam os aspectos observados durante a visita.
Questões-problema planejadas	<p>Como é o ambiente visitado? Quais são suas sensações dentro e fora do ambiente? Como são as plantas desse ambiente? Em qual ambiente há mais árvores? Onde as árvores estão mais próximas? Onde as árvores são mais altas? E mais baixas? Quais são as principais diferenças entre a vegetação dos ambientes estudados?</p>
Atuação dos alunos após a visita	<ul style="list-style-type: none"> • Refletir e discutir em grupo sobre as questões-problema lançadas. • Resgatar os dados coletados com auxílio do roteiro. • Fazer o registro escrito das respostas.
4ª ATIVIDADE: Exposição e discussão sobre as informações obtidas	
Objetivo de ensino da professora	<ul style="list-style-type: none"> • Explorar a visão dos estudantes sobre os elementos naturais e urbanos que estão presentes nos locais considerados. • Identificar nos argumentos dos alunos as características dos locais que contribuem para a manutenção da qualidade de vida no entorno social. • Trazer conceitos relativos às funções das folhas como fotossíntese, transpiração e gutação e relacioná-los às diferentes sensações experimentadas em cada ambiente.
Atuação da professora	<ul style="list-style-type: none"> • Exibir os registros fotográficos feitos pelos estudantes • Lançar a questão-problema que envolve a escolha de determinado local dentro do ambiente para o registro fotográfico.

Questões-problema planejadas	Quais as características que cada local apresentava que chamou a atenção de vocês?
Atuação dos alunos	<ul style="list-style-type: none"> • Trazer argumentos que embasem a escolha de determinado local. • Contribuir com a discussão trazendo reflexões e dúvidas sobre os registros dos colegas.
5ª ATIVIDADE: Experimentos investigativos	
Objetivo de ensino da professora	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar experimentos relacionados aos processos de transpiração vegetal, fotossíntese e gutação, favorecendo sua observação tempo real. • Vivenciar as etapas do fazer científico através da proposição de hipóteses, obtenção e registro dos dados, análise dos mesmos, visando estabelecer possíveis conclusões.
Atuação da professora	<ul style="list-style-type: none"> • Abordar o uso do roteiro elaborado para essa atividade prática. • Estimular o protagonismo dos estudantes nos processos de proposição de hipóteses, obtenção, registro e análise dos dados. • Mediar a atuação dos estudantes, esclarecendo dúvidas procedimentais e/ou conceituais
Questões-problema planejadas	Qual função das folhas em cada um dos experimentos? Quais são as conclusões dos experimentos?
Atuação dos alunos	<ul style="list-style-type: none"> • Levantar hipóteses acerca da função das folhas em cada experimento. • Manifestar uma postura investigativa, refletindo sobre possíveis metodologias a serem empregadas para se elaborar o experimento. • Observar a ocorrência de alterações no decorrer dos experimentos registrá-las. • Analisar os dados obtidos, na tentativa de relacioná-los às hipóteses. • Discutir os resultados coletivamente e elaborar conclusões.
6ª ATIVIDADE: Fechamento	
Objetivo de ensino da professora	<ul style="list-style-type: none"> • Resgatar o conhecimento promovido por meio de toda situação de ensino. • Sistematizar os conceitos de fotossíntese, transpiração e gutação dos vegetais, relacionando-os com a importância da presença das plantas para o ambiente.
Atuação da professora	<ul style="list-style-type: none"> • Retomar os argumentos apontados pelos alunos durante a discussão sobre as características dos locais visitados e as diferentes sensações experimentadas em cada um deles (atividade 4). • Resgatar as conclusões elaboradas no final dos experimentos (atividade 5).

	<ul style="list-style-type: none"> • Lançar a questão-problema final
Questões-problema planejadas	Qual a importância das folhas para a planta e o ambiente?
Atuação dos alunos	<ul style="list-style-type: none"> • Refletir e discutir em grupo sobre a questão-problema lançada. • Relacionar as características das praças e as respectivas sensações experimentadas em cada uma delas, com os conceitos abordados durante a atividade experimental. • Fazer o registro escrito das respostas.

Fonte: autoria própria

O conjunto de atividades proposto está inserido no que Libâneo (2006) chama de Pedagogia Progressista, de tendência Crítico-Social de Conteúdos.

A tendência da pedagogia crítico social de conteúdos propõe uma síntese superadora da pedagogia tradicional e renovada, valorizando a ação pedagógica enquanto inserida na prática social concreta. Entende a escola como mediação entre o individual e o social, exercendo aí a articulação entre a transmissão dos conteúdos e a assimilação ativa por parte de um aluno concreto (inserido num contexto de relações sociais); dessa articulação resulta o saber criticamente reelaborado (ibidem, p. 32 e 33).

Zanon (2013) esclarece que práticas pedagógicas inovadoras objetivam implantar em sala de aula uma cultura do pensar, propondo recursos como o incentivo ao diálogo, a promoção da reflexão coletiva e a valorização do registro escrito. A autora sugere que o uso de situações-problema como prática pedagógica pode colaborar para o desenvolvimento da cultura do pensar.

Perrenoud (2000) ressalta a importância de se trabalhar partindo das concepções prévias dos alunos, dialogando de maneira a instigar a reavaliação de seus conceitos, buscando uma aproximação com os conhecimentos científicos que se pretende ensinar. Essas representações tornam-se "ponto de entrada no sistema cognitivo do aluno, de modo a desestabilizá-lo apenas o suficiente, para logo restabelecer o equilíbrio, incorporando novos elementos às representações existentes." (idem, p. 28). Este autor também destaca que uma situação-problema verdadeira introduz um obstáculo que deve ser transposto com auxílio da aprendizagem de novos conceitos

Deparar-se com o obstáculo é, em um primeiro momento, enfrentar o vazio, a ausência de qualquer solução, até mesmo de qualquer pista ou método, sendo levado à impressão de que jamais se conseguirá alcançar soluções. Se ocorre a devolução do problema, ou seja, se os alunos apropriam-se dele, sua mente põe-se em movimento, constrói hipóteses, procede a explorações, propõe tentativas para "ver". Em um trabalho coletivo, inicia-se a discussão, o choque das representações obriga cada um a precisar seu pensamento e a levar em conta o dos outros (PERRENOUD, 2000, p.30).

Para Zanon (2013), quando se promove uma atividade investigativa, o primeiro desafio está na elaboração de questões-problema do tipo verdadeiras, também chamadas de abertas, pois geram a participação mais ativa dos estudantes, já que estes se sentem capazes e seguros para buscar sua solução.

O conceito de problema, quando utilizado de forma tradicional, remete aos exercícios de aplicação, com uma certa tendência de repetitividade (operativa). No planejamento de uma atividade investigativa, o problema se relaciona a investigação com a finalidade de encontrar uma solução, aplicando-se a metodologia científica (AZEVEDO, 2015).

Pode-se pensar, pois, em abraçar as práticas de laboratório e a resolução de problemas de lápis e papel como variantes de uma mesma atividade: o tratamento de situações problemáticas abertas, com uma orientação próxima do que constitui o trabalho científico. (GIL *et al.* 1999 apud AZEVEDO, 2015. p.20).

Questões abertas procuram propor aos estudantes fatos de seu cotidiano, nos quais a explicação utiliza conceitos que foram discutidos e construídos anteriormente na sala de aula. Além disso, podem ser propostas em forma de desafio a ser respondido em grupo. Suas características envolvem o desenvolvimento da argumentação consistente por meio da seleção e organização de informações e aplicação de conceitos científicos que busquem explicar fenômenos naturais em situações concretas (AZEVEDO, 2015).

Optamos neste trabalho pelo uso do termo questões-problema, pois acreditamos que as **questões** abertas podem gerar uma compreensão mais ampla do assunto estudado sobre um mesmo fenômeno e também **problema** ao entendermos que implica um diálogo constante entre alunos e professor para gerar reflexões.

Assim, pautadas pelas características das questões-problemas e balizadas pelos objetivos de cada uma das atividades apontadas no quadro 2, procuramos priorizar o

protagonismo do aluno como agente motivador em todas as etapas do conjunto de atividades propostas.

6. O MÉTODO DA PESQUISA

Neste capítulo abordaremos o caminho escolhido na busca de respostas às questões de pesquisa. Para tanto, situamos o contexto escolar, as atividades planejadas junto a uma turma de 7º ano do Ensino Fundamental sobre a importância das folhas para a planta e o ambiente. E, por fim, apresentamos os métodos para a obtenção e a análise de dados.

6.1 Contexto escolar

A escola onde a pesquisa foi realizada localiza-se na cidade de São Carlos, interior de São Paulo. Faz parte da rede particular de ensino, atendendo cerca de 400 alunos do 6º ano do Ensino Fundamental à 3ª série do ensino médio, além de 800 alunos do ensino superior voltados à formação de graduação e pós-graduação (*lato sensu*) em cursos diversos, como Pedagogia, Contabilidade, Direito, entre outros. Conta com um quadro composto por cerca de 30 docentes – do qual a pesquisadora faz parte – além de núcleo gestor constituído por direção, coordenação e gerente pedagógica. As instalações físicas, como sala de aula, quadra poliesportiva, infoteca e laboratório são equipados com seus respectivos aparatos, como projetor multimídia para as salas de aula e vidrarias, reagentes, modelos anatômicos, microscópios, trilhos de ar e modelo do sistema solar para o laboratório.

O colégio oferece aulas regulares no período da manhã, sendo inclusas aulas semanais de laboratório de Ciências Naturais e de Informática. As aulas de Educação Física ocorrem à tarde, momento em que os alunos também participam de atividades extracurriculares como plantões de dúvidas e oficinas de atendimento na tarefa. Dentre os projetos desenvolvidos que ocorrem anualmente podemos mencionar a feira de conhecimentos, viagens culturais e uma gincana socioeducativa. Seu público é formado por alunos de classe média alta, com oportunidades culturais variadas, como o hábito de frequentar cursos extracurriculares e de viajar com a família.

A turma do 7º ano do Ensino Fundamental é composta por 23 alunos, onde a pesquisadora é professora das disciplinas de Ciências e de Laboratório, que ocorrem semanalmente, de acordo com a programação do colégio, ou seja, a cada semana os estudantes cursam aulas teóricas de ciências e aulas práticas realizadas no laboratório escolar. Para esta pesquisa, participaram 18 alunos, com idade média de 12 anos. No que se refere ao desempenho

da turma, seu perfil é considerado alto pelos professores e coordenação pedagógica, tendo como média 8,22 nas atividades avaliativas de ciências e de laboratório aplicadas no primeiro e segundo semestres de 2017.

O estudo foi realizado entre os meses de março e abril de 2017, em aulas regulares de ciências e de laboratório, ocorridas no período matutino onde, semanalmente os alunos cursam três aulas de ciências e duas de laboratório.

Cabe ressaltar que os estudantes já haviam tido um primeiro contato com o conteúdo abordado nesse trabalho, mas de maneira superficial, e com ausência de correspondência com seu cotidiano e nem mesmo com a realização de atividades práticas experimentais.

Anteriormente à sua realização, foi submetido ao comitê de ética na Plataforma Brasil, obtendo parecer favorável, número 2.060.513 (Anexo A) também obteve autorização do núcleo gestor do colégio, seguida do encaminhamento do termo de consentimento livre e esclarecido¹⁷ aos responsáveis legais e, aos próprios alunos, o termo de assentimento livre e esclarecido¹⁸. Cabe destacar que nos três documentos foram inseridas informações esclarecendo sobre a pesquisa.

A relação de familiaridade existente no fato de a pesquisadora também ser professora da turma proporcionou que a escolha da temática que envolve este estudo oportunizasse a confluência de conteúdos abordados no material didático, com as visitas realizadas e sua inspiração para a proposta de atividade experimental que compuseram a situação investigativa realizada.

6.2 Descrição das atividades

A pesquisa aqui apresentada é do tipo qualitativa que, de acordo com Bogdan e Biklen (1994), se caracteriza por dados ricos em pormenores descritivos, relativos a locais e pessoas e tem por objetivo investigar "os fenômenos em toda a sua complexidade e em contexto natural. Ainda que os indivíduos que fazem investigação qualitativa possam vir a selecionar questões específicas à medida que recolhem os dados" (p. 16).

¹⁷ Disponível no apêndice D

¹⁸ Disponível no apêndice E

Assim, foi desenvolvida uma pesquisa aplicada cuja característica fundamental é a busca de dados diretamente da fonte de origem. A investigação do fenômeno foi realizada por meio de métodos e instrumentos para a coleta de dados dos fatos verificados e, desta forma, a análise possui predominantemente uma natureza qualitativa (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 1999). Esta tem por base imergir no mundo dos sujeitos observados, tentando entender o comportamento real dos informantes, suas próprias situações e como constroem a realidade em que atuam.

Uma justificativa dada para que essa metodologia seja válida enquanto instrumento científico de investigação é o fato de ela ser controlada e sistemática, implicando “a existência de um planejamento cuidadoso do trabalho e uma preparação rigorosa do observador” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 25).

Foram investigadas as relações entre as questões-problema propostas pela professora, e as habilidades cognitivas apresentadas pelos estudantes durante cada uma das atividades que compõem a situação investigativa, analisando-se os argumentos apresentados em suas respostas. É importante destacar que os estudantes trabalharam em grupos em todas as atividades, e que sua composição foi sempre a mesma. No que se refere ao registro, de acordo com os objetivos de cada atividade, os estudantes articularam diferentes registros dos dados obtidos, como postagens em ambiente virtual de aprendizagem, registros fotográficos e nos cadernos.

Todas as atividades, foram apresentadas aos alunos de forma sistematizada, com o apoio de uma apresentação audiovisual (Apêndice F) preparadas pela professora como balizadoras, conforme descrição que segue.

6.2.1 Sensibilização

A atividade de sensibilização foi realizada na sala de aula, com uso do projetor multimídia. Selecionamos três vídeos de curta duração que julgamos pertinentes para uma atividade introdutória, buscando provocar o interesse dos alunos pelo conteúdo e sensibilizá-los para as questões ambientais.

O primeiro vídeo exibido foi uma animação chamada “Rios voadores¹⁹”, elaborada pelo grupo Projeto Rios Voadores formado por pesquisadores e operacionalizadores que uniram

¹⁹ Disponível em: <<http://riosvoadores.com.br/>>. Acessado em 18 out. 2017.

ciência e educação "com objetivo final de formar um elo que facilite o repasse de conhecimentos e informações dos laboratórios de pesquisa para o público brasileiro." (BRASIL, 2010, *on-line*). Mostra de forma silenciosa (não há a emissão de sons) o mapa do Brasil, considerando suas barreiras geográficas – cordilheira dos Andes a oeste, oceano Atlântico a leste e o posicionamento da Floresta Amazônica ao norte bem como condições climáticas que favorecem o fenômeno da evapotranspiração²⁰. Seu enfoque se dá na formação de nuvens pela evaporação da água no oceano Atlântico e pela evapotranspiração na floresta, mostrando a movimentação destas nuvens da região norte em direção à sul, margeando a cordilheira do Andes.

Em seguida, foram exibidos dois trechos do desenho animado Wall-e²¹. A seleção dos mesmos se baseou na intencionalidade de relacionar a importância das plantas com sua falta em um ambiente estéril. Em uma situação hipotética futurista, o segundo vídeo mostra de forma semi-silenciosa (há a emissão de sons e música de fundo, mas não há uma oralidade inteligível) o trabalho de um robô na compactação de resíduos em uma região onde quase não se vê seres vivos (com exceção de uma barata).

Ainda no mesmo ambiente, o segundo trecho mostrou a continuação do trabalho do robô, culminando no encontro de uma pequena planta e sua demonstração de encantamento, como se houvesse encontrado uma preciosidade.

Ao final das exibições, pedimos aos alunos que se reunissem em grupos de duas ou três pessoas e discutissem possíveis respostas para as seguintes questões exibidas em projeção:

*O que os vídeos nos mostram?
Quais as funções das folhas neste vídeo?
Como é cada ambiente mostrado?
Quais seriam suas sensações em cada ambiente?*

A partir dessas questões, visamos oportunizar aos alunos discussões sobre as características descritivas de cada ambiente, fazer suposições sobre as possíveis sensações

²⁰ Definição: É um fenômeno no qual, através da devida ação fisiológica dos vegetais (ocorrida principalmente nos estômatos) a água no estado líquido passa para a atmosfera na forma de vapor, a uma temperatura inferior a de ebulição. (CARVALHO; SILVA, 2006)

²¹ Animação do grupo Disney Pixar. Disponíveis em: <
https://www.youtube.com/watch?v=nLx_7wEmwms>. e <
<https://www.youtube.com/watch?v=bQEo45izDkw>>. Acessados em 18 out. 2017.

(relativas ao sistema sensorial humano) que cada ambiente produz e direcionar o olhar para a presença das folhas e uma possível relação entre elas e as sensações supostas.

Os estudantes foram orientados a utilizar o ambiente virtual de aprendizagem (AVA) - uma plataforma virtual que a disciplina de laboratório de ciências possui e onde são disponibilizados textos, vídeos e questões relativos a cada aula realizada no laboratório (Apêndice G) - para fazer o envio das respostas por meio de um fórum de perguntas e respostas criado especialmente para este fim chamado de Atividade 1.

6.2.2 Expectativas dos alunos sobre a realidade

A segunda atividade operou como um preparatório para a visita às praças que foi a terceira atividade realizada e será detalhada no próximo item. A escolha desses dois locais se deu devido a uma feliz combinação de fatores que são: a proximidade física das mesmas em relação ao colégio e entre si e o fato de uma delas ser amplamente arborizada e a outra possuir algumas edificações grandes e uma vegetação parca e esparsa.

Buscamos, assim, promover a escrita dos alunos acerca de suas expectativas e vivências. Portanto, novamente reunidos com os mesmos integrantes de seus grupos, os alunos discutiram as respostas pautados em questões elaboradas e propostas pela professora que foram:

O que vocês esperam encontrar nesse ambiente?

Como serão as plantas desse ambiente?

Quais serão suas sensações dentro e fora do ambiente?

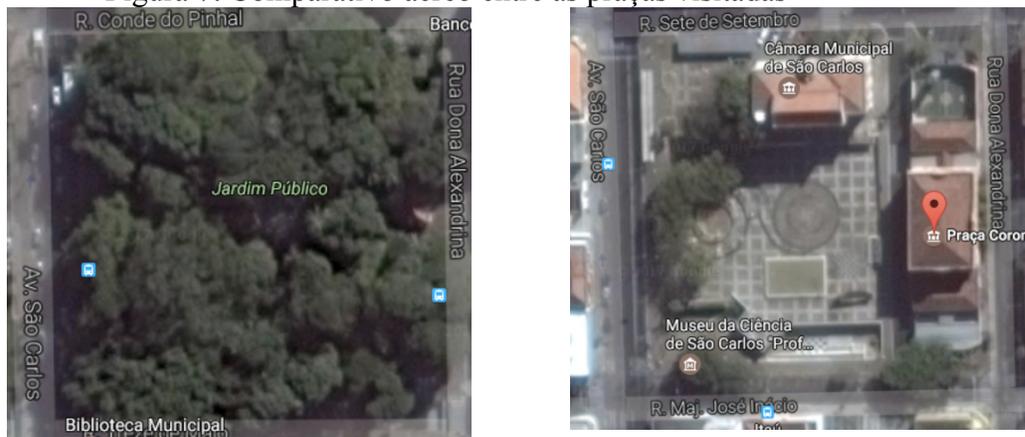
A expectativa em relação às respostas formuladas para essas questões-problema envolve o direcionamento do olhar dos estudantes para características dos locais que mereçam a devida atenção para se tratar da importância das plantas, além de provocar a curiosidade para buscar investigar se há relação entre a existência e a quantidade de vegetação em cada local, com a impressão do sistema sensorial no que se refere às sensações térmicas e de umidade.

As respostas às questões propostas foram registradas nos cadernos de cada aluno e devidamente fotografados pela professora.

6.2.3 Observação da realidade

A terceira etapa consistiu em uma visita a duas praças existentes em uma região central da cidade, próxima ao colégio, conforme características já descritas, e Figura 7 a seguir.

Figura 7: Comparativo aéreo entre as praças visitadas



Fonte: Google maps²²

A visita teve a duração de duas aulas, e nesse período, os alunos foram estimulados a observar e a registrar características dos ambientes visitados, com atenção ao entorno social e natural, de maneira a aguçar a sensibilização para questões diversas que o envolvem.

Intencionando auxiliar o aluno a direcionar seu olhar de acordo com os objetivos contido na proposta da visita, foi elaborado um roteiro (Apêndice H) no qual foram inseridas orientações de cunho descritivo.

Em seguida foi solicitado que, em grupos, escolhessem um local específico de cada praça e utilizassem seus aparelhos celulares para fazer o registro fotográfico e escrito do local escolhido, justificando na escrita os motivos da escolha. Enquanto os alunos realizavam as atividades sugeridas, a professora realizou seus próprios registros fotográficos a fim de trazê-los para discussão que foi realizada na atividade seguinte, descrita posteriormente.

Após a visita - no mesmo dia - de volta à sala de aula, novamente em grupos, foi pedido aos alunos que discutissem e respondessem às questões elaboradas na intenção de utilizar os

²² Produto da empresa Google Inc. Disponível em: < <https://maps.google.com.br> >. Acessado em 19 out. 2017.

dados coletados no roteiro (Apêndice H) para sua sistematização e estimular a interação argumentativa.

*Como é o ambiente visitado?
Quais são suas sensações dentro e fora do ambiente?
Como são as plantas desse ambiente?
Em qual ambiente há mais árvores?
Onde as árvores estão mais próximas?
Onde as árvores são mais altas? E mais baixas?
Quais são as principais diferenças entre a vegetação dos ambientes estudados?*

Os registros escritos foram novamente enviados através de postagem no AVA, em um novo fórum, denominado de Atividade 3.

6.2.4 Exposição e discussão

Após as atividades realizadas durante a visita, a professora pesquisadora reuniu os registros fotográficos enviados via AVA pelos alunos e seus próprios registros realizados também durante a visita, e na aula, projetou as imagens, buscando estimular a argumentação, explorando os argumentos trazidos pelos estudantes como justificativa de escolha dos locais apresentados, além de identificar nestes argumentos as características dos locais que contribuem para a manutenção da qualidade de vida no entorno social, conforme questão-problema: *Quais as características que cada local apresentava que chamou a atenção de vocês?*

As respostas utilizadas pelos alunos na oralidade foram registradas na lousa em forma de tópicos e após uma breve orientação sobre o que cada item se referia, os alunos se reuniram em seus grupos e discutiram-nos, registrando em seus cadernos que foram devidamente fotografados pela professora.

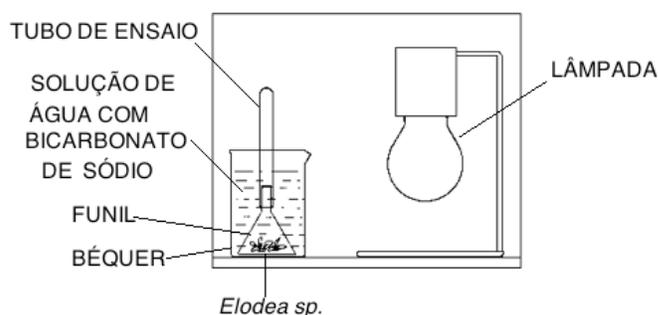
6.2.5 Experimentos investigativos

Juntos – professora e alunos – analisaram a explanação dos argumentos apresentados nas justificativas de escolhas dos locais e perceberam que muitos se relacionavam aos conteúdos de transpiração vegetal, fotossíntese e gutação. Cabe destacar que os alunos já haviam tido contato com esses conceitos anteriormente, mas de maneira superficial, visto que não faziam parte do cerne da temática abordada.

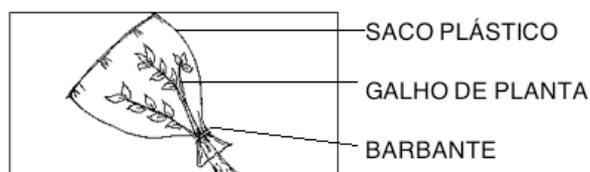
Assim, a professora propôs um experimento investigativo composto por três atividades práticas, onde cada uma correspondia a um dos processos vegetais apontados pelos alunos. A intencionalidade na realização dos experimentos se relaciona ao levantamento de hipóteses prévias que considerem o entendimento adquirido nas etapas anteriores. Para a realização dos experimentos os alunos receberam algumas orientações para o desenvolvimento da atividade investigativa (conforme Apêndice I) nas quais tinham contato com os materiais a serem utilizados e imagens (figura 8).

De início, como forma de realizar uma verificação relativa a habilidade dos alunos em correlacionar as informações contidas nas imagens e os processos vegetais abordados em aulas anteriores, foi solicitado que os alunos discutissem em grupos e utilizando seus conhecimentos sobre as folhas e suas funções, analisassem as imagens que seguem, conforme orientações, e registrassem suas hipóteses iniciais, respondendo à questão-problema: *Qual função das folhas em cada um dos experimentos?*

Figura 8: Orientações apresentadas aos alunos durante a atividade experimental.



Experimento 1



Experimento 2



Experimento 3

Fonte: autoria própria

Após o registro das hipóteses e de posse dos materiais, os alunos foram orientados a montar o experimento da maneira que considerassem mais conveniente para verificar a veracidade de suas hipóteses que envolviam processos vitais dos vegetais como transpiração, respiração, fotossíntese, morte e gutação. Neste momento, o uso das imagens como fontes primárias de informação foi bem interessante, pois os alunos puderam partir de algo conhecido e transpor para sua própria construção, passando pelos pressupostos de Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotsky (1978).

No encerramento dos experimentos os estudantes responderam à seguinte questão-problema: *Quais são as conclusões dos experimentos?* Para isso, observaram e anotaram os resultados, tanto de seu grupo quanto dos demais, compararam e discutiram entre si semelhanças e diferenças encontradas, elaborando considerações que também foram registradas em seus cadernos.

6.2.6 Fechamento

Como atividade final, buscamos discutir os resultados, retomar as hipóteses e as considerações procurando identificar a transição do argumento – senso comum para o científico – de acordo com toda a situação de ensino. Para isso, lançamos a seguinte questão de encerramento: *Qual a importância das folhas para a planta e o ambiente?* Os alunos se reuniram com seus grupos, discutiram e elaboraram uma resposta que foi registrada em seus cadernos e enviada para o AVA no último fórum de perguntas e respostas, denominado Atividade Final.

6.3 Instrumentos para a análise dos resultados obtidos

Conforme descrito, as atividades investigativas sobre a “importância das folhas para as plantas e o ambiente” foram construídas e executadas pela pesquisadora que é professora da turma, junto a alunos do 7º ano do Ensino Fundamental de uma escola particular do interior do Estado de São Paulo.

Dessa forma, para a obtenção de dados, utilizamos instrumentos de registro oral (gravação em áudio e vídeo), escrito, postagens e fotografias de todo o processo de execução das atividades. Nesse sentido, a professora pesquisadora e os alunos interagiram no desenvolvimento do estudo, prevalecendo uma relação de confiança entre eles.

A metodologia de análise de argumentos está baseada na ferramenta de Suart e Marcondes (2009) que segue os pressupostos de Zoller (1993, 2001 e 2002) e consiste em examinar os argumentos dos alunos para compreender o nível de habilidade cognitiva manifestada por eles. Em sua dissertação, Suart (2008) propôs que, para compreender o nível de habilidades cognitivas desenvolvidas pelos alunos, fossem analisadas as questões-problema elaboradas pelo professor e as respostas dadas pelos alunos. Para analisar as questões propostas pelo professor na forma escrita ou oral, Suart (2008) adaptou o critério de categorias criado por Shepardison e Pizzini (1991) que

denominam os níveis de questão como: “input”, aquelas que requerem do estudante somente recordar uma informação; “processing”, questões nas quais os estudantes fazem relações entre os dados, necessitando relacionar, comparar, contrastar, classificar; e por último, as denominadas “output”, questões que exigem do estudante utilizar não somente os dados para sua resolução, mas hipotetizar, generalizar, criar e avaliar. (SHEPARDISON e PIZZINI, 1991 apud SUART, 2008, p. 75)

Assim, Suart (2008) denominou como P1, P2 e P3 os níveis classificados respectivamente como “input”, “processing” e “output”, conforme descreve quadro 4 abaixo:

Quadro 4: Nível de cognição das questões propostas para os alunos

Nível	Descrição
P1	Requer que o estudante somente recorde uma informação, partindo dos dados obtidos.
P2	Requer que o estudante desenvolva atividades como sequenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema.
P3	Requer que o estudante utilize os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.

Fonte: Suart (2008, p. 75).

Já para analisar as respostas dos alunos, Suart (2008) fez uma denominação em que utilizou a letra N, seguida de um número na gradação de 1 a 5, onde cada nível segue as definições de Zoller (1993, 2001, 2002, 2007) para as habilidades cognitivas, de acordo com o quadro 5.

Quadro 5: Nível cognitivo das respostas dos alunos

Nível	Resposta do tipo ALG
N1	Não reconhece a situação problema Limita-se a expor um dado lembrado. Retêm-se a aplicação de fórmulas ou conceitos.
Nível	Resposta do tipo LOCS
N2	Reconhece a situação problemática e identifica o que deve ser buscado. Não identifica variáveis. Não estabelece processos de controle para a seleção das informações. Não justifica as respostas de acordo com os conceitos exigidos.
N3	Explica a resolução do problema utilizando conceitos já conhecidos ou lembrados (resoluções não fundamentadas, por tentativa) e quando necessário representa o problema com fórmulas ou equações. Identifica e estabelece processos de controle para a seleção das informações. Identifica as variáveis, podendo não compreender seus significados conceituais.
Nível	Resposta do tipo HOCS
N4	Seleciona as informações relevantes. Analisa ou avalia as variáveis ou relações causais entre os elementos do problema. Sugere as possíveis soluções do problema ou relações causais entre os elementos do problema. Exibe capacidade de elaboração de hipóteses.
N5	Aborda ou generaliza o problema em outros contextos ou condições iniciais.

Fonte: Adaptado de Suart e Marcondes (2009, p. 76).

Os argumentos categorizados como do tipo em N1 são respostas do tipo algorítmicas (ALG) que demonstram que o “aluno não compreende o problema ou utiliza para sua resolução apenas dados memorizados, considera-se que esse aluno evocou apenas dados algorítmicos,

elaborando pouco ou nenhum raciocínio lógico para sua resolução” (SUART; MARCONDES, 2009, p. 58). Já os argumentos do tipo N2 e N3 são respostas do tipo LOCS, pois podem apontar que os alunos apresentam pouca demanda cognitiva em suas respostas, mas também podem indicar que o problema a ser investigado não foi compreendido. Por fim, essas autoras classificam os argumentos N4 e N5 como do tipo HOCS, em que o pensamento crítico e avaliativo e a tomada de decisões são exigidos.

... quando o aluno apresenta respostas que envolvem elaboração de hipóteses, análise de variáveis e relações causais, ou seja, pensamentos mais complexos para a resolução de um problema, considera-se que este aluno utilizou habilidades cognitivas de ordem alta, e suas respostas são categorizadas como N4 (HOCS). Um nível maior de complexidade é considerado quando o aluno consegue ultrapassar a situação atual e abordá-la em outros contextos, apresentando as características do nível N5 de habilidades cognitivas. (SUART; MARCONDES, 2009, p. 59)

Tal instrumento aqui tomado como parâmetro teve a intenção de sistematizar a análise relativa a quais habilidades cognitivas os alunos manifestam na resolução dos problemas propostos nas etapas de uma atividade investigativa. Em nosso estudo, estamos expandindo a análise para além do laboratório, ou seja, para todo plano de investigação – teórico e prático – sendo o experimento uma de suas etapas.

Deste modo, entendemos que o uso das ferramentas descritas é coerente com a proposta adotada no desenho metodológico desta pesquisa. Durante o processo de análise, primeiramente transcrevemos e tabulamos as respostas de cada um dos grupos (nove ao todo) em uma planilha Excel de maneira padronizada, onde, cada atividade dispõe das questões-problema lançadas pela professora e as respostas elaboradas por cada grupo.

Em seguida, cada pergunta e cada resposta foi analisada e categorizada de acordo com os critérios dos instrumentos de Suart (2008) quadro 4 e quadro 5, respectivamente (Apêndice J). O detalhamento dessas análises está apresentado no capítulo seguinte (capítulo 7).

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados obtidos nas atividades foram analisados em dois momentos diferentes: individualmente pela pesquisadora e em conjunto com a orientadora durante encontros. As análises tiveram o intuito de a) categorizar as questões-problema elaboradas pela professora e as b) respostas apresentadas pelos alunos de acordo com os níveis do instrumento escolhido descrito no capítulo anterior.

Entendemos que esse tipo de validação é muito importante, pois cada pesquisador pode fazer uma leitura e interpretação diferentes. Assim, os dois momentos de análise proporcionaram uma maior uniformidade e conformidade das reflexões acerca de cada categorização feita.

A análise dos resultados será apresentada da seguinte forma: inicialmente examinaremos as questões-problema elaboradas pela professora e, em seguida, as respostas dadas pelos alunos em cada uma das etapas da situação de ensino, conforme quadro 3 apresentado anteriormente.

7.1 Análise das questões-problema

Perguntar é uma forma de se inspecionar o mundo, é a essência da razão. Em 1927 o filósofo alemão Martin Heidegger (1889-1976) publicou sua obra *Ser e Tempo* em que coloca a questão sobre o sentido do ser.

Heidegger diz que colocar a questão sobre o sentido do ser é uma procura; questionar é buscar retirar do interrogado a sua direção prévia; é procurar cientemente o ente naquilo que ele é e como ele é de tal maneira que essa busca se torna investigação como questão especificamente teórica. (MOURA *et al.*, 2013, p. 128)

Machado (2012), em sua dissertação aponta a relevância ao se tratar de perguntas e traz a teoria da enunciação e o conceito de dialogia do filósofo Mikhail Mikhailóvitch Bakhtin

De acordo com Bakhtin (2009), uma pergunta pertence à esfera do enunciado. Ele se refere à “questão completa” com modo da enunciação. Nesse sentido, a enunciação presente na pergunta é uma iniciação à cadeia enunciativa que contém, mais que as outras, um caráter responsivo. Esse conceito de responsividade é importante e faz parte do caráter dialógico do discurso defendido por Bakhtin. Toda conversa pressupõe uma cadeia enunciativa e o caráter responsivo dos enunciados significa que sempre causarão ao interlocutor a busca por uma resposta que continue a cadeia. Por mais que um professor em sala de aula faça uma avaliação positiva cabal sobre certa colocação, as enunciações podem prosseguir na cabeça dos alunos em um diálogo com seu pensamento. A voz do discurso do locutor ressoa e se mistura ao pensamento do aluno em um diálogo interno. (MACHADO, 2012, p. 20)

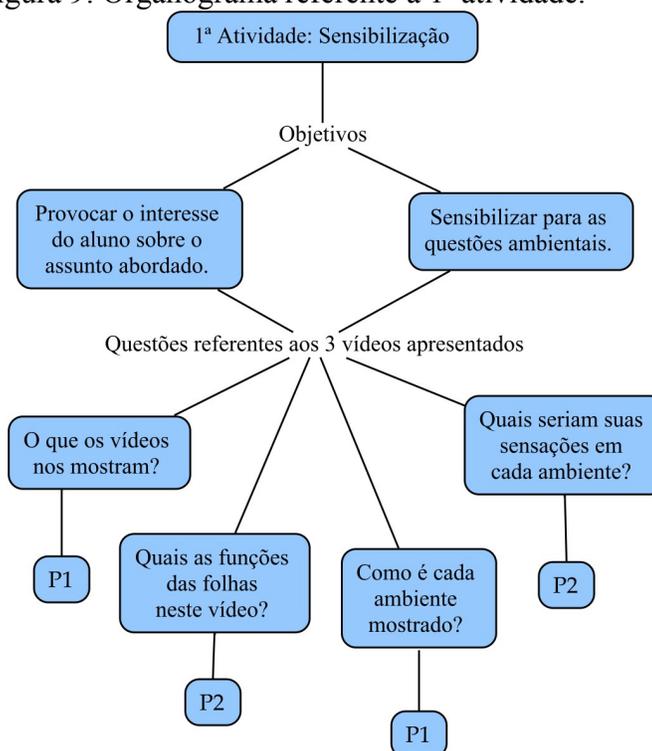
Buscando a ressignificação de pergunta, o autor elaborou a seguinte definição: "Trata-se de um instrumento dialógico de estímulo à cadeia enunciativa. Sendo assim usado com propósito didático dentro da história da sala de aula para traçar e acompanhar a construção de um significado e de um conceito" (MACHADO, 2012, p. 21). Baseado em James Wertsch, o autor ressalta que, em sala de aula, a característica didática da pergunta traz consigo o propósito contido na ação intencional de se perguntar.

Conforme anunciado no capítulo 5, nesta pesquisa optamos por usar o termo questões-problema, pois acreditamos que as **questões** abertas podem gerar uma compreensão mais ampla do assunto estudado sobre um mesmo fenômeno e também **problema** ao entendermos que implica um diálogo constante entre alunos e professor para gerar reflexões.

Assim, analisamos as questões-problema elaboradas pela professora de acordo com os objetivos de cada atividade proposta. Cabe destacar que utilizamos a nomenclatura existente no instrumento de Suart (2008), em que cada pergunta é categorizada pela letra P seguida de uma numeração (variando de 1 a 3) que indica seu nível, conforme segue.

Na **1ª atividade** elegemos três animações – já descritas anteriormente no método da pesquisa – com a intencionalidade de motivar os alunos a participarem ativamente de cada uma das etapas que se seguiram, além de sensibilizá-los em relação às questões ambientais, conforme mostra a figura 9.

Figura 9: Organograma referente à 1ª atividade.



Fonte: Autoria própria.

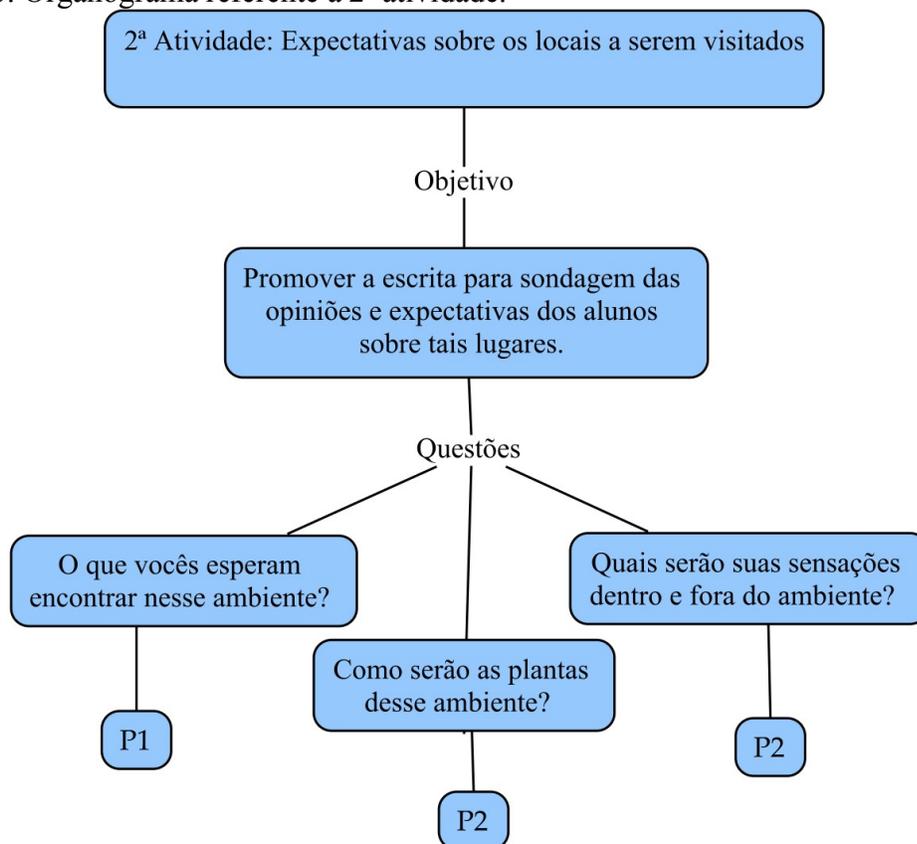
Os níveis de perguntas requerem do aluno em P1: recordação de uma informação, partindo dos dados obtidos; P2: desenvolvimento de atividades como sequenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema; P3: utilização de os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.

Nesta etapa, os alunos assistiram às três animações e cada grupo se reuniu, discutiu e elaborou a resposta para cada uma das quatro questões. Assim, no total, cada grupo respondeu a doze questões. Conforme figura 9, duas questões foram classificadas como do tipo P1, pois requeriam uma habilidade descritiva do aluno, onde ele deveria apenas recordar uma informação. E, as outras duas como P2, pois a busca de respostas requeria que os alunos apresentassem conceitos e aplicações de leis que pudessem remeter a elaboração de uma explicação mais científica do que de senso comum, visto que era preciso associar suposições no que se refere às sensações térmicas e de umidade aos ambientes que seriam visitados de acordo com suas características.

Na **2ª atividade** procuramos fazer uma sondagem para levantar os conhecimentos que os alunos possuíam sobre os locais que seriam visitados na próxima etapa. Assim, foram

propostas três questões-problema nas quais buscamos promover o trabalho em grupo, de discussão e de escrita das respostas, conforme figura 10.

Figura 10: Organograma referente à 2ª atividade.



Fonte: Autoria própria.

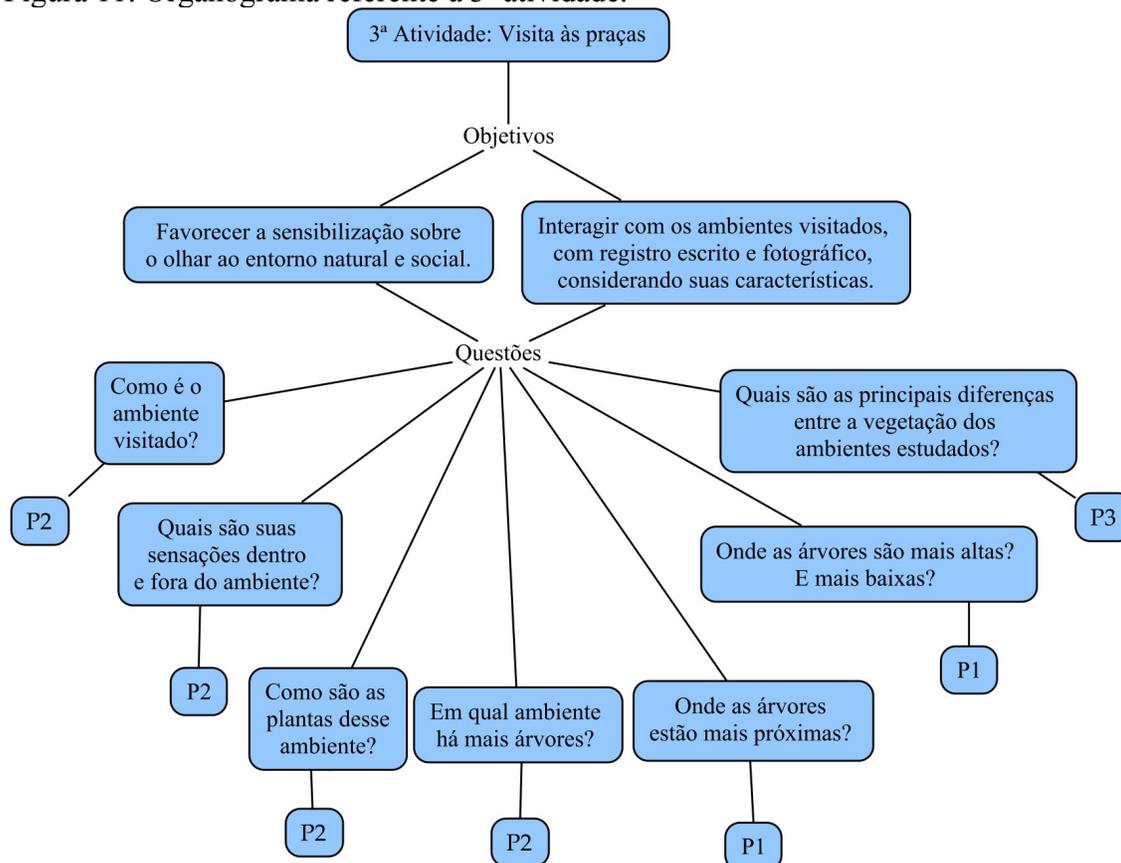
Os níveis de perguntas requerem do aluno em P1: recordação de uma informação, partindo dos dados obtidos; P2: desenvolvimento de atividades como sequenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema; P3: utilização de os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.

Categorizamos a primeira questão dessa etapa como do tipo P1, pois novamente requer do aluno a habilidade de recordar informações e fazer algumas suposições, caso não conseguisse se lembrar de algo que desejasse descrever. Já as outras duas questões que se seguiram foram classificadas como do tipo P2, pois além das descrições, a pergunta demanda uma comparação entre os dois ambientes.

Para a **3ª atividade** – visita às praças – a intencionalidade se voltou para a possibilidade de o aluno olhar para seu entorno social e natural de maneira a buscar um entendimento científico sobre essas áreas, trazendo os conteúdos de ciências para fora da sala de aula. O

envolvimento das observações das diferentes características dessas praças proporcionou a interação com estes ambientes, com seu registro escrito e fotográfico, como se constata na figura 11.

Figura 11: Organograma referente à 3ª atividade.



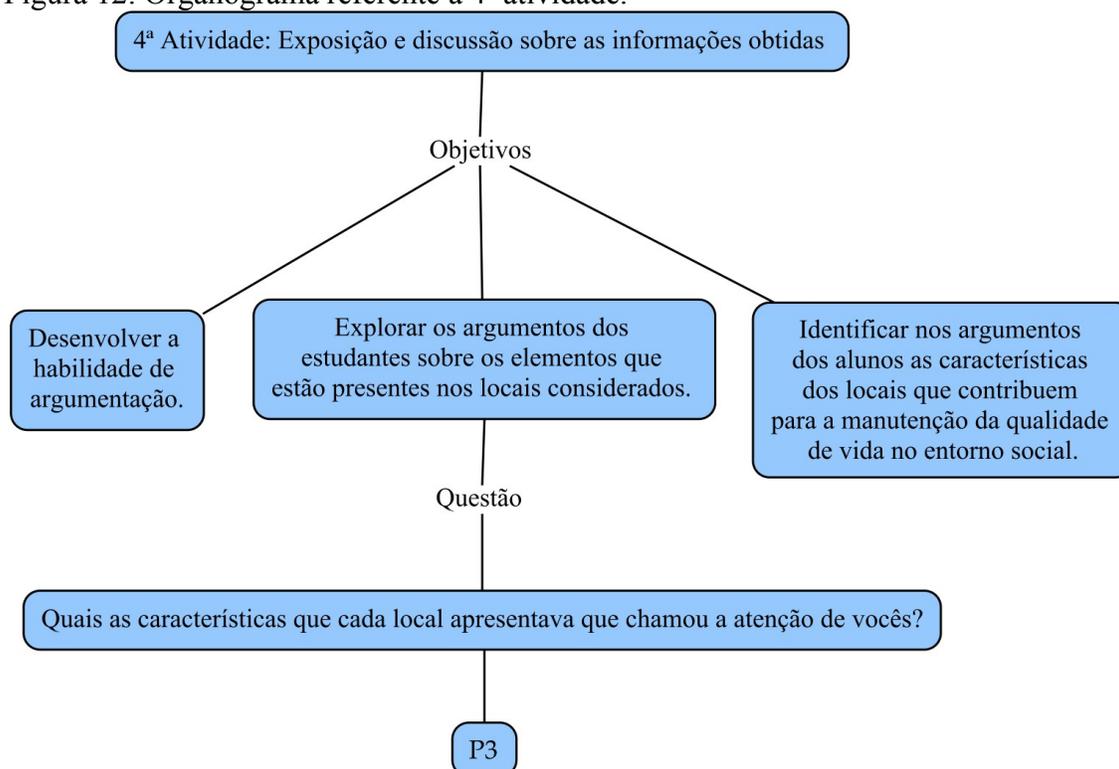
Fonte: Autoria própria.

Os níveis de perguntas requerem do aluno em P1: recordação de uma informação, partindo dos dados obtidos; P2: desenvolvimento de atividades como sequenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema; P3: utilização de os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.

As sete questões elaboradas para esta etapa foram categorizadas em diferentes níveis. Duas questões que envolviam a exposição de habilidades descritivas e recordação de informações foram classificadas como do tipo P1. Quatro questões categorizadas como do tipo P2 envolviam também habilidades descritivas, mas estas, associadas a uma comparação, ao resgate de informações relacionadas a leis e conceitos científicos. Por fim, uma questão foi considerada como do tipo P3, pois demanda do estudante a habilidade de avaliar condições juntamente com o ato de descrever.

Já a **4ª atividade** teve a intencionalidade de utilizar os registros fotográficos realizados pelos próprios alunos a fim de que, ao serem expostos, pudessem propiciar a realização de discussões. Assim, a questão-problema proposta buscou explorar os argumentos dos alunos acerca da escolha de certos locais, possibilitando o desenvolvimento da habilidade de argumentação, além da identificação de características dos locais que contribuem para a manutenção da qualidade de vida no entorno social, conforme figura 12.

Figura 12: Organograma referente à 4ª atividade.



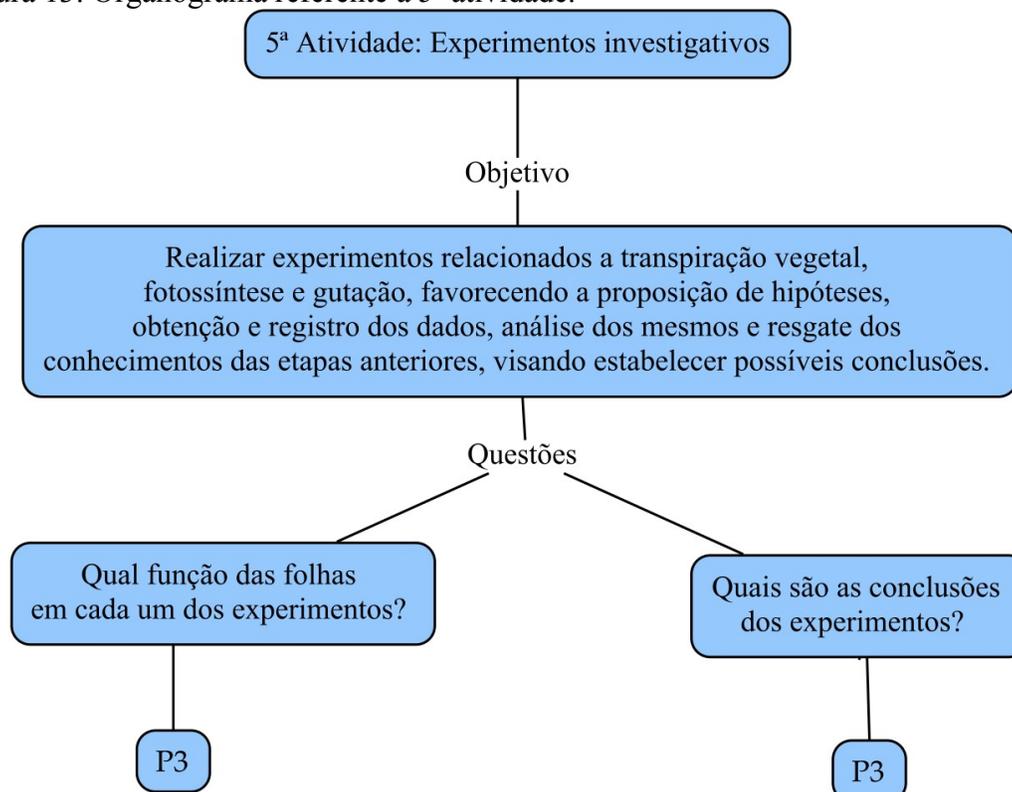
Fonte: Autoria própria.

Os níveis de perguntas requerem do aluno em P1: recordação de uma informação, partindo dos dados obtidos; P2: desenvolvimento de atividades como sequenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema; P3: utilização de os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.

Essa questão foi categorizada como P3, pois demanda que a resposta a ela associada traga diversos elementos em sua composição que extrapolam um nível apenas descritivo na busca da construção da história científica (Silva; Mortimer, 2005) com resgate dos elementos que compõem cada local bem como a habilidade de fazer inferências utilizando componentes sensoriais e pontos de interesse.

Na execução dos experimentos investigativos – **5ª atividade** – o objetivo traçado voltou-se para os processos de fotossíntese, transpiração vegetal e gutação. A execução destes experimentos, demandou dos alunos primeiramente a proposição de hipóteses, seguidas pela obtenção, registro e análise de dados, com resgate dos conhecimentos das etapas anteriores na tentativa do estabelecimento de conclusões, conforme indica a figura 13.

Figura 13: Organograma referente à 5ª atividade.



Fonte: Autoria própria.

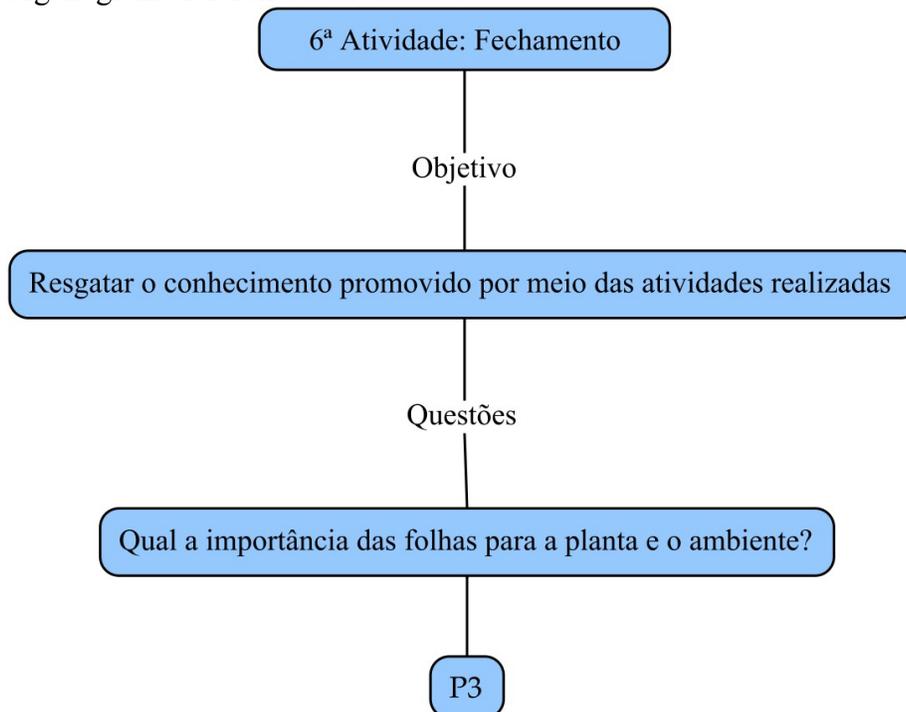
Os níveis de perguntas requerem do aluno em P1: recordação de uma informação, partindo dos dados obtidos; P2: desenvolvimento de atividades como sequenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema; P3: utilização de os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.

As duas questões propostas para esta etapa da atividade foram categorizadas como P3, pois exigem das respostas dos alunos uma tomada de consciência (Aguiar; Mortimer, 2003) com resgate de conceitos científicos e associação às situações demonstradas nas orientações (Apêndice I) disponibilizadas para que os alunos realizassem os experimentos. Enquanto a primeira pergunta - “Qual a função das folhas em cada um dos experimentos?” - intencionou a elaboração de hipóteses, a segunda - “Quais são as conclusões dos experimentos?” – buscou

nortear o olhar dos grupos para conceber uma conclusão após a obtenção dos resultados. Também possibilitou realizar um comparativo entre as hipóteses lançadas pelos alunos e a conclusão elaborada a partir dos resultados observados.

Por fim, o fechamento – **6ª atividade** – partiu da intencionalidade de se resgatar os conhecimentos promovidos nas etapas anteriores, por meio da elaboração de uma questão-problema que relaciona com a importância das folhas - visto que os processos contidos nos experimentos da etapa anterior ocorrem nas mesmas – para as plantas e também para o ambiente, recuperando argumentos lançados nas discussões sobre a importância das plantas para o entorno social, como mostra a figura 14.

Figura 14: Organograma referente à atividade 6.



Fonte: Autoria própria.

Os níveis de perguntas requerem do aluno em P1: recordação de uma informação, partindo dos dados obtidos; P2: desenvolvimento de atividades como sequenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema; P3: utilização de os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.

Categorizamos essa questão-problema como P3, pois exige do aluno a habilidade de realizar uma reflexão acerca de todos os conceitos apresentados e discutidos para, assim,

elaborar uma resposta com argumentos que pudessem explicitar seu entendimento sobre a temática.

As questões-problema propostas seguem a intencionalidade da professora pesquisadora com uma gradação ao longo das atividades. É possível verificar uma maior concentração de questões do tipo P1 nas atividades iniciais, visto que são momentos que visam proporcionar a familiarização dos alunos com a temática. Assim como as questões do tipo P2 são expostas pela professora gradativamente, tendo uma maior concentração nas atividades intermediárias, nas quais os alunos já possuem um maior repertório no que se refere aos conhecimentos que foram levantados inicialmente para, a partir deles começarem um movimento migratório dos conhecimentos prévios inter-relacionados com pontuações mais científicas. Por fim, questões-problema do tipo P3 tem seu surgimento a partir das atividades intermediárias e continuam em exclusividade nos três últimos momentos, em que se nota a exposição de conceitos científicos relacionados à temática, bem como o resgate de outros ensinados em aulas anteriores.

Em seguida, exibiremos as análises das respostas apresentadas pelos alunos para cada atividade.

7.2 Análise das respostas dos alunos

Entendemos que em uma atividade investigativa, na qual um grupo se mobiliza em buscar e elaborar respostas, a construção de significados ocorre a partir das interações discursivas entre os alunos. Silva e Mortimer (2005) apresentam as teorias de Vygotsky e a filosofia de Bakhtin para explicar a atividade mental em relação com o contexto histórico cultural.

À luz de suas concepções, a sala de aula é percebida como um ambiente onde se desenvolve um processo essencialmente dialógico em que múltiplas vozes são articuladas, primeiro no plano social (inter-psicológico) e, em seguida, no plano individual (intra-psicológico). O ensino de ciências sob esse referencial passa a ser entendido como um processo de enculturação, em que a entrada dos estudantes em uma nova cultura, e a conseqüente aquisição dos conhecimentos científicos, não supõem necessariamente o abandono de suas concepções prévias e de sua cultura cotidiana, considerando-se possível a convivência entre concepções epistemologicamente diferentes (SILVA; MORTIMER, 2005, p. 2).

Para estes autores, tanto Vygotsky quanto Bakhtin relacionam a linguagem à atividade mental e, portanto, como cada ciência possui linguagem social própria, ela pode ser percebida como produto de uma determinada comunidade científica. Assim,

aprender ciências, enquanto um processo de enculturação, implica ser introduzido aos conceitos, convenções, leis, teorias, princípios e formas de trabalho das ciências, o que envolve a compreensão de como tais conhecimentos podem ser aplicados (SILVA; MORTIMER, 2005, p. 5).

Ainda segundo estes autores, o acesso à aprendizagem dos alunos se relaciona a acompanhar o desenvolvimento de suas ideias constatando a incorporação de termos, leis e conceitos científicos em enunciados que vão se apropriando da linguagem social da ciência que coincide com os pressupostos de Vygotsky para o processo de internalização de processos externos e construção de funções superiores.

Nesse sentido, apresentaremos a categorização das respostas dos alunos, inspiradas no instrumento de Suart e Marcondes (2009) – descrito anteriormente no capítulo 6 – relacionando-as com as classificações das questões-problemas, realizadas no item 7.1. É importante destacar que nossa análise foi inspirada neste instrumento, mas, durante o processo sentimos a necessidade da inclusão de uma categoria adicional que registrasse alguma resposta em branco, chamada por nós de N0. Além disso, acrescentamos alguns critérios de análise nas categorias N1, N2, N3 e N4, conforme o quadro 6.

Quadro 6: Critérios acrescentados nas categorias de análise das respostas

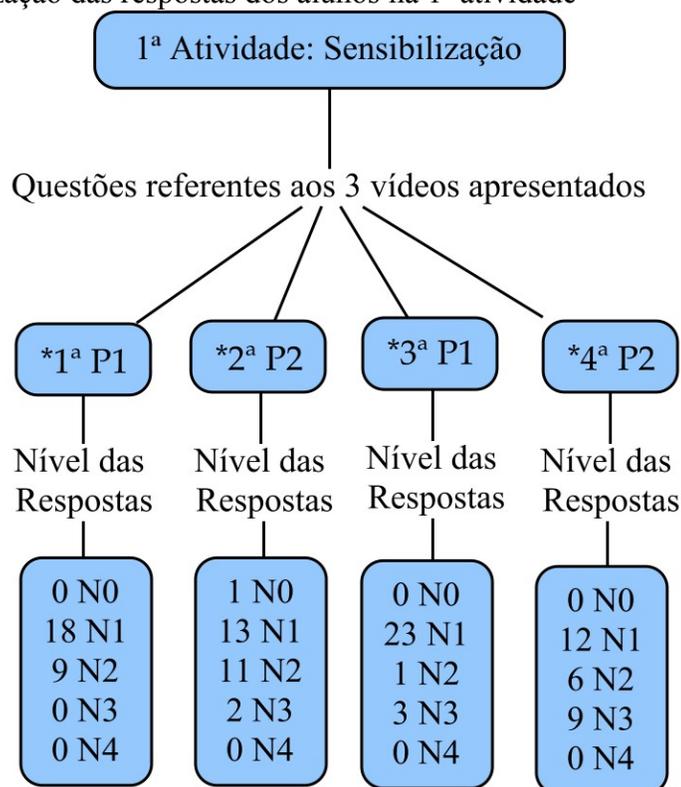
Nível	Categoria das respostas
N0	<ul style="list-style-type: none"> • Não apresenta nenhuma resposta.
N1	<ul style="list-style-type: none"> • Caráter descritivo. • Expõe uma recordação ou uma lembrança.
N2	<ul style="list-style-type: none"> • Caráter descritivo comparativo, com uso de subjetividade. • Faz uso de locuções explicativas, de maneira explícita ou implicitamente, para justificar um entendimento. Exemplos: pois, por causa de, porque.
N3	<ul style="list-style-type: none"> • Caráter descritivo explicativo. • Apresenta justificativas baseadas em conceitos resgatados de momentos anteriores.
N4	<ul style="list-style-type: none"> • Apresenta justificativas com relação de causalidade. • Apresenta maior grau de complexidade, envolvendo uso de inferências.

Fonte: Autoria própria.

Também concordamos com Suart e Marcondes (2009) que apontam que o alto grau de abstração exigido de respostas classificadas no nível N5 não é alcançado por estudantes que não estejam familiarizados com atividades com alto grau de abertura, como é o caso dos alunos participantes. Portanto, seguindo a mesma linha de raciocínio dessas autoras e pautadas nas definições de Zoller (1993), denominamos N0 a categoria na qual os alunos deixaram as respostas em branco. Não encontramos a categoria N5 em nossas análises.

Na **1ª atividade** buscamos estimular os alunos a participar das atividades propostas. Assim, utilizando questões-problema classificadas nos níveis P1 e P2 (conforme figura 9), a professora demandou dos alunos habilidades cuja categorização se concentra nos níveis N1 e N2, conforme indica a figura 15.

Figura 15: Categorização das respostas dos alunos na 1ª atividade



Fonte: Autoria própria.

*1ª O que os vídeos nos mostram?; *2ª Quais as funções das folhas neste vídeo?; *3ª Como é cada ambiente mostrado?; *4ª Quais seriam suas sensações em cada ambiente?

Examinando a figura 15, é possível perceber que das 108 respostas obtidas (27 respostas para cada uma das 4 questões-problema), apenas uma foi deixada em branco e nenhuma foi classificada no nível N5, como já era esperado.

Do total, 66 foram categorizadas como N1, o que corresponde a 61,1%, onde os alunos limitaram-se a expor dados lembrados (conforme apontam os grifos), fazendo uma breve descrição do que foi mostrado nos vídeos e também focando nas características dos ambientes mostrados, conforme exemplos:

- Mostra um robzinho que vive em lugar cheio de **lixo**, com as **sucatas** que ele acha ele faz blocos. (Grupo 1, grifo nosso)
- Mostra Wall-e fazendo uma "**Reciclagem**", e logo após, no meio de tanto **lixo**, ele encontra uma **pequena planta**. (Grupo 3, grifo nosso)
- O ambiente mostrado no vídeo é **montanhoso** em certas regiões, **arborizado** em outras, **úmido** e com chuvas em todas as regiões mostradas. (Grupo 6, grifo nosso)

- A cidade é feita de **lixo** e não existe **vida** animal e nem vegetal. (Grupo 8, grifo nosso)

Categorizamos também 27 respostas (25,0%) como do tipo N2 nas quais os grupos se preocuparam em ultrapassar a descrição, identificando que a pergunta requer suposições ou resgate de informações que ajudem a corroborar com a afirmativa feita (conforme apontam os grifos), como se observa nos excertos:

- Teria **dificuldade para respirar** e o cheiro seria desagradável (Grupo 2, grifo nosso)
- Mostra que uma plantinha que sobreviveu a poluição do planeta terra. (Grupo 8)
- Ela ajuda as nuvens a se formar, **por causa** do vapor. (Grupo 1, grifo nosso)

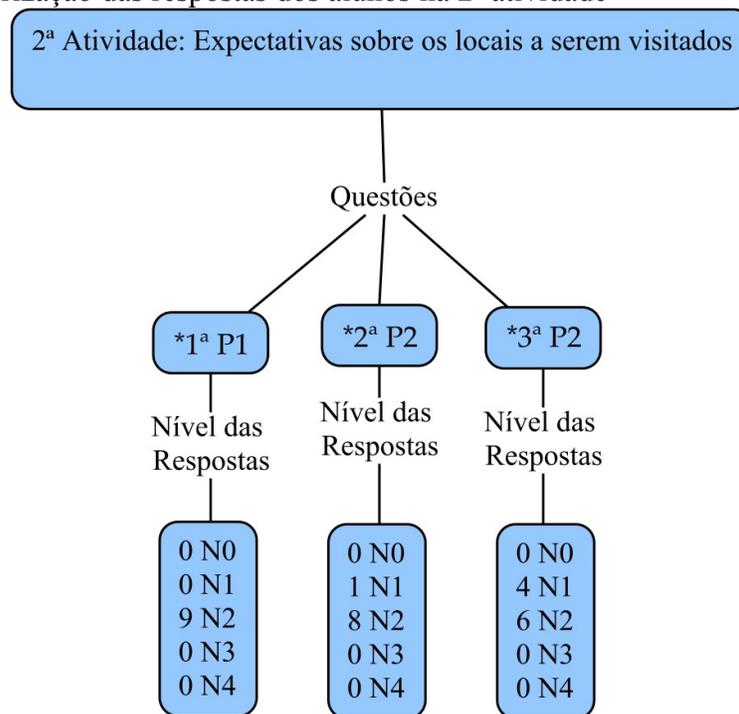
Por fim, os alunos apresentaram 14 respostas (13,0%) que foram categorizadas no nível N3, pois além da descrição e do reconhecimento da problemática da pergunta, também buscaram mostrar relação de causalidade entre as afirmativas feitas (conforme apontam os grifos), conforme exemplos a seguir:

- Seriam bem ruins pois o mundo estaria sem oxigênio **pois** não existem árvores. (Grupo 4, grifo nosso)
- Nesse ambiente tem várias árvores, todas cheias de folhas, mostra o processo das nuvens e o sol. **Então** é um ambiente úmido e quente. (Grupo 5, grifo nosso)
- A folha absorve a água **para** fazer fotossíntese. (Grupo 2, grifo nosso)
- A função das folhas é fazer fotossíntese e (**assim**) evitar a erosão (Grupo 5, grifo e inserção nossos)

Em nossa análise, entendemos que a intencionalidade motivacional das questões-problema propostas cumpriu sua função, pois os alunos demonstraram boa aceitação da atividade ao elaborar respostas condizentes com seus respectivos graus de exigência.

Na **2ª atividade**, com a intencionalidade de se fazer uma sondagem sobre os conhecimentos que os alunos possuíam sobre os locais a serem visitados, foram propostas três questões-problema: a primeira categorizada como P1 e as demais como P2, conforme figura 10. Essas questões-problema requereram respostas de graus N1 e N2 que possuem um caráter mais descritivo com recordações, trazendo elementos da subjetividade e de explicações, conforme figura 16.

Figura 16: Categorização das respostas dos alunos na 2ª atividade



Fonte: Autoria própria

*1ª O que vocês esperam encontrar nesse ambiente?; *2ª Como serão as plantas desse ambiente?; *3ª Quais serão suas sensações dentro e fora do ambiente?

De um total de 28 respostas obtidas, 5 foram categorizadas como N1, ou seja, mostrando uma concentração de 18,0% de elementos descritivos, conforme exemplos:

- Grama, árvores grandes, flores e frutas. (Grupo 2)
- Fome, sede, cansaço e cheiro de poluição. (Grupo 4)

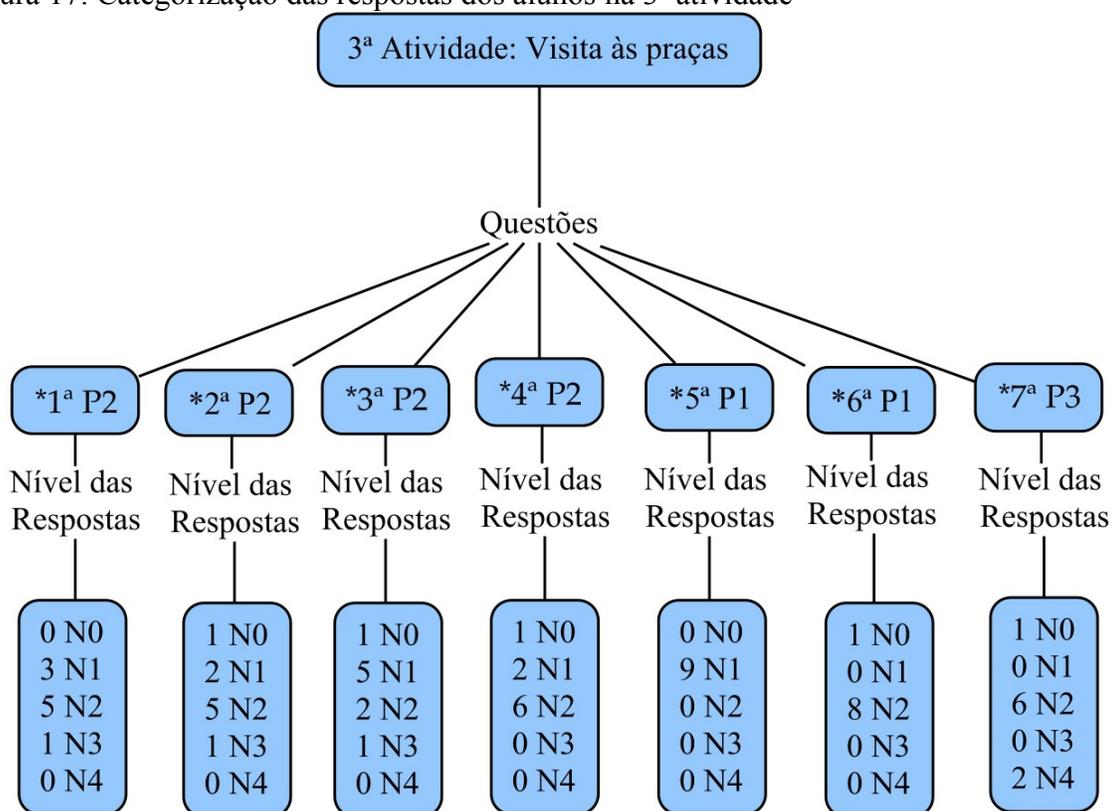
As 23 respostas restantes (82,0%) foram categorizadas como N2, pois extrapolam a descrição simples e direta, trazendo elementos da subjetividade como suposições acerca dos locais a serem visitados (conforme apontam os grifos), como mostram os excertos a seguir:

- Vamos sentir calor, alguns ficarão cansados ou com sono, alguns sentirão cheiro ruim e ficarão desconfortáveis, irritados com o barulho dos carros, ficaremos com fome e com sede e ficaremos com a visão bagunçada **por causa** do sono, e nós iremos suar. (Grupo 6, grifo nosso)
- Dentro será muito bom **pois** as plantas deixam o ar bom e o ambiente natural é bem agradável (nas duas praças). Porém, fora das praças, não tem muitas árvores, tem o sol muito forte e não tem sombra. Também tem vários veículos passando, deixando no ambiente o cheiro bem desagradável. (Grupo 5, grifo nosso)

Nesta 2ª atividade é possível observar uma maior concentração de respostas de grau N2, o que vai ao encontro da intencionalidade da professora em trazer questões que gradativamente exijam um maior empenho dos alunos na elaboração de suas respostas.

Na 3ª atividade a professora levou os alunos em uma visita às praças com o objetivo de possibilitar um olhar com um viés mais científico para elementos que compõem o entorno social e natural. Das sete questões-problema propostas, duas foram categorizadas como P1, quatro como P2 e uma como P3, como mostra a figura 11. Percebemos nesta atividade a continuação do movimento migratório intencional da professora, no grau de complexidade das questões-problema, possibilitando o aparecimento de respostas de graus N3 e N4, como se observa na figura 17.

Figura 17: Categorização das respostas dos alunos na 3ª atividade



Fonte: Autoria própria.

*1ª Como é o ambiente visitado?; *2ª Quais são suas sensações dentro e fora do ambiente?; *3ª Como são as plantas desse ambiente?; *4ª Em qual ambiente há mais árvores?; *5ª Onde as árvores estão mais próximas?; *6ª Onde as árvores são mais altas? E mais baixas? e *7ª Quais são as principais diferenças entre a vegetação dos ambientes estudados?

Os grupos apresentaram 63 respostas (8,0%), das quais 5 foram categorizadas como N0, pois não apresentaram nenhuma resposta, 21 (33,3%) foram categorizadas como N1 devido seu caráter mais descritivo, conforme exemplos:

- Fora: Calor, sede e fome. Dentro: sede, frio e calor. (Grupo 1)
- São duas praças com muitas árvores e pouco lixo (Grupo 5)

Houve uma maior concentração de respostas do tipo N2, somando um total de 32, o que representa 50,8% nas quais, apesar de não apresentarem locuções explicativas explícitas, muitas apresentavam um caráter comparativo e uso de subjetividade para expor argumentos que corroboravam com as características apresentadas para N2 (conforme apontam os grifos), como em:

- Ambos são bem bonitos, **mas** a praça Paulino Botelho tem mais árvores e menos lixo enquanto a praça Coronel Salles tem mais construções e mais lixo. (Grupo 6, grifo nosso)
- Dentro nos sentimos bem pela presença das árvores e fora não, pelo movimento e falta de plantas. (Grupo 5)

Também foi possível verificar um aparecimento 3 respostas (4,7%) de N3 que apresentaram o uso de justificativas e 2 (3,2%) em N4 com uso de causalidade (conforme apontam os grifos). Nos excertos apresentados abaixo, temos duas respostas categorizadas como N4:

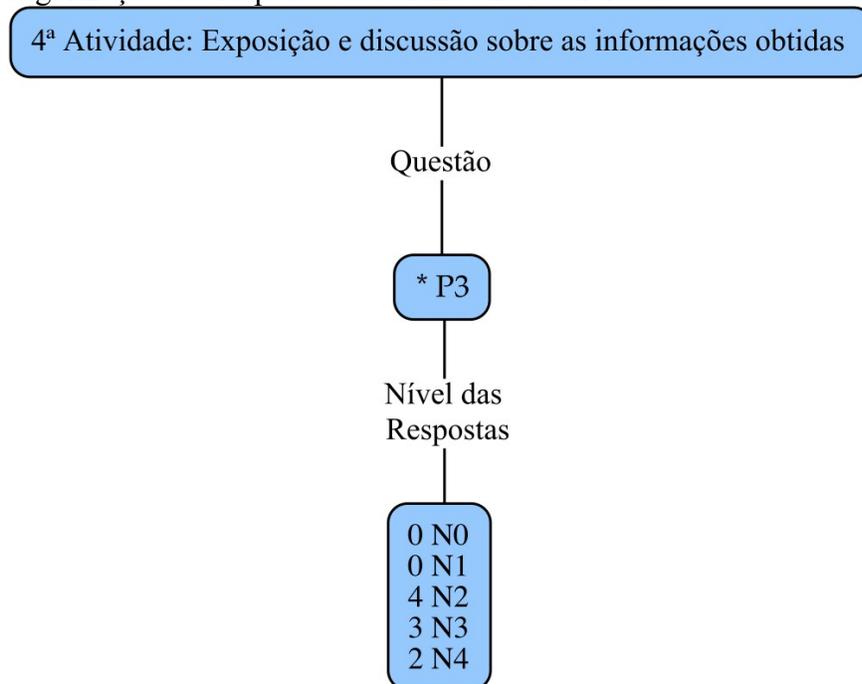
- Na primeira praça, havia menor quantidade de árvores, um espaço maior uma das outras, menor altura, menor circunferência, etc. Já na segunda praça o número de árvores da vegetação aumentou, e seu tamanho também. **Consequentemente** houve um menor espaço entre elas (Grupo 3, grifo nosso)
- Estava quente, úmido, fresco e com ventos gelados, fora dela predominava o frio e o barulho. Estava mais frio e mais fresco, **por causa** das árvores, e havia mais barulho de carros, e fora dela a temperatura estava amena e o barulho dos carros estava bem alto. (Grupo 6, grifo nosso)

Assim, é possível notar um aparecimento, mesmo que tímido, de respostas de grau N3 e N4, confirmando o esperado pela professora, em sua tentativa de gradualmente aumentar o nível de complexidade exigido nas respostas das questões-problema propostas.

Durante a exposição dos registros fotográficos dos alunos, **4ª atividade**, foi realizada uma discussão onde os grupos puderam externar os motivos que os levaram a escolher

determinados locais para serem fotografados em cada uma das praças. Neste processo, foi possível estimular o desenvolvimento da habilidade de argumentação e levantamento de características dos locais que contribuem para a manutenção da qualidade de vida no entorno social, conforme mostra a figura 12. Assim, a questão-problema, categorizada como P3, obteve respostas que foram classificadas como N2, N3 e N4, como se observa na figura 18.

Figura 18: Categorização das respostas dos alunos na 4ª atividade



Fonte: Autoria própria.

* Quais as características que cada local apresentava que chamou a atenção de vocês?

Das 9 respostas obtidas, 4 foram categorizadas como N2, ou seja, 44,4%, pois junto com as descrições dos locais também apresentaram um caráter comparativo entre as diferentes características dos dois locais. Durante a categorização percebemos que algumas respostas não possuíam todos os quesitos que uma categoria aponta. No entanto, é possível verificar um movimento “entre categorias”, o que faz com que essas respostas possuam critérios que extrapolam o nível anterior e se aproximam do nível imediato conforme excertos:

- Praça Coronel Salles: Tem mais luminosidade, tem maior temperatura, perto da fonte perto da fonte o ar era abafado.

Praça Paulino Botelho: Tem mais tranquilidade, tem menor temperatura, tem mais luminosidade, perto da fonte o ar era diferente. (Grupo 9)

- Coronel Salles: Mais tranquilidade na roda d'água, ouvimos o 6º ano, os carros e a água, umidade só perto da fonte, temperatura amena, luminosidade bem alta, qualidade do ar baixa.

Paulino Botelho: Mais tranquilidade nas árvores, sons de carros e pássaros, umidade bem alta, temperatura amena, luminosidade baixa, qualidade do ar alta. (Grupo 4)

Outras 3 respostas (33,3%) foram categorizadas como N3, pois apresentaram elementos que mostravam a tentativa de se fazer justificativas (conforme apontam os grifos), conforme exemplos:

- Coronel Salles: Em alguns lugares da praça tem mais barulhos de carros e em outros tem mais sons de água e de pássaros e passa tranquilidade. Tem mais luminosidade **pois** tem menos arborização para atrapalhar a iluminação e tem mais ar. (Grupo 7, grifo nosso)

- Paulino Botelho: Tem mais tranquilidade, ouvimos poucos sons **pelo fato de** haver bastante árvores, há mais umidade **pelo fato de** haver mais árvores, o ar é mais fresco tem menos luminosidade, não encontramos nada de diferente na qualidade do ar. (Grupo 1, grifos nossos)

Por fim, 2 respostas foram categorizadas como N4, 22,2%, pois possuíam elementos de causalidade com o resgate de conceitos abordados em atividades anteriores (conforme apontam os grifos), como em:

- As duas praças nos passam tranquilidade, porém a Paulino Botelho passa mais (tranquilidade)²³. Coronel Salles possui um som mais intenso **pelos** carros e propaganda, a umidade está presente nas bordas, a temperatura é maior **pelo fato de** ter muitas construções e menos árvores, tem mais luz **pois** tem menos árvores, é mais barulhenta com impressão de um ar mais pesado. Paulino Botelho há o domínio do som dos pássaros, tem mais umidade **pela** quantidade de árvores, a temperatura é menor, tem menos luminosidade pois tem mais árvores, o ar é mais limpo, melhor. (Grupo 3, grifos nossos)

- Coronel Salles Escutamos mais sons **por conta dos** carros e das construções, a temperatura é mais quente **pois** tem mais construções do que árvores para esconder o sol, é mais claro **porque** não tem tantas árvores para esconder o sol. Paulino Botelho Nós sentimos mais tranquilidade **por causa da** arborização, é muito mais úmido **porque** tem mais árvores, o ar é mais concentrado, o vento mais calmo porque tem muitas árvores. (Grupo 8, grifos nossos)

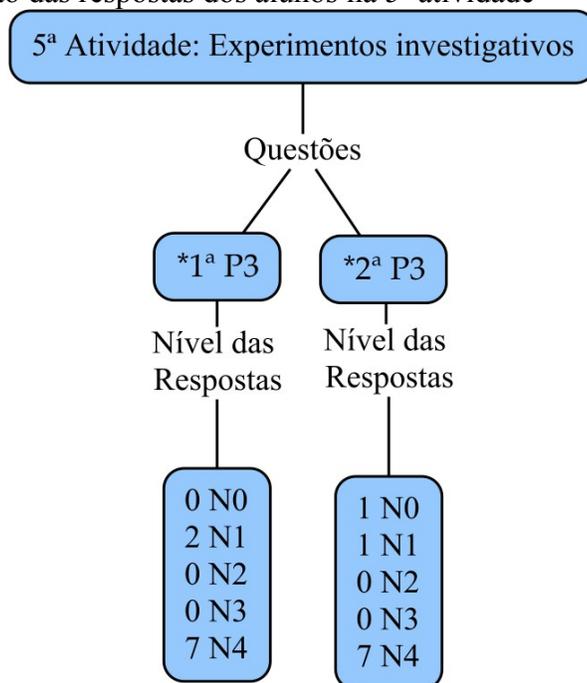
²³ Inserção da pesquisadora.

Verificamos, portanto, uma crescente na apresentação de respostas que demonstram uma habilidade argumentativa mais elaborada, nas quais as respostas de nível N3 e N4 perfazem 55,0% do total.

As questões-problema lançadas durante a etapa de realização de experimentos investigativos, **5ª atividade**, foram categorizadas como do tipo P3, conforme mostra a figura 13. Destas duas questões-problema, a primeira exigia a habilidade de se propor hipóteses, enquanto a segunda exigia a habilidade de se fazer conclusões ao final dos experimentos, ou seja, depois da obtenção, registro e análise dos dados.

As respostas apresentadas pelos alunos foram categorizadas como dos tipos N0, N1, e N4, conforme figura 19.

Figura 19: Categorização das respostas dos alunos na 5ª atividade



Fonte: Autoria própria.

*1ª Qual a função das folhas em cada um dos experimentos?; *2ª Quais são as conclusões dos experimentos?

Do total de 18 questões, 1 (5,5%) foi categorizada como N0 e 3 (16,7%) de grau N1 o que pode representar uma dificuldade pelos grupos de a entenderem, pois, suas respostas não

procuram abordar a função das folhas, mas sim, expor ideia sobre as plantas utilizadas no experimento, conforme abaixo:

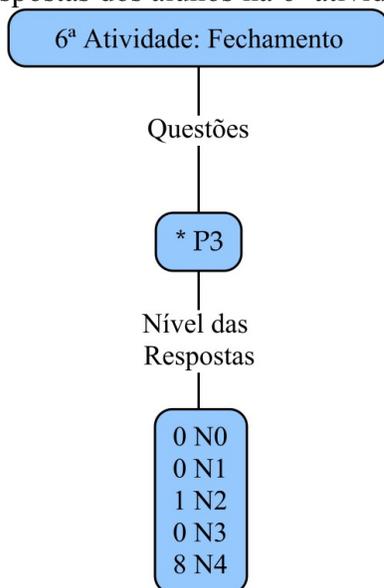
- Vai matar a planta. (Grupo 4)
- Vai morrer asfisiada. (Grupo 5)

As demais, 14 respostas, foram categorizadas como N4, representando 77,8%, pois mostraram causalidade, seleção de informações relevantes e capacidade de elaboração de hipóteses (conforme apontam os grifos), conforme excertos:

- Fez fotossíntese. Usou o gás carbônico do bicarbonato, água e luz da lâmpada e fez bolhas de oxigênio. As folhas esquentaram, (**consequentemente**) os estômatos se abriram, saiu água gasosa e elas transpiraram. A planta realizou gutação, ou seja, liberou gotas de água em estado líquido. (Grupo 6, grifo e inserção nossos)
- A função é a fotossíntese. A lâmpada representa o sol, a planta absorvia a água e a solução dá o CO₂. A planta transpirou (**consequentemente**) liberando gotas de água que evaporaram e deixaram o saco úmido. A função é a gutação. Ela libera água em estado líquido. (Grupo 1, grifo e inserção nossos)

A pergunta utilizada no fechamento, **6ª atividade**, também foi categorizada como do tipo P3 e, portanto, a elaboração de sua resposta requeria um resgate dos conceitos discutidos com argumentos que indicavam o entendimento das etapas anteriores, bem como a importância das plantas para o entorno social. As respostas apresentadas, foram categorizadas como de grau N2 e N4, conforme figura 20.

Figura 20: Categorização das respostas dos alunos na 6ª atividade



Fonte: Autoria própria.

* Qual a importância das folhas para a planta e o ambiente?

Das 9 respostas apresentadas, apenas 1 (11,1%) foi categorizada como de grau N2, pois o grupo apresenta o resgate de conceitos de momentos anteriores, mas não faz nenhuma relação de causalidade, conforme excerto:

- Para a planta a fotossíntese e a capacidade de armazenar água e fazer respiração, para o ambiente é a liberação de oxigênio e a umidade do ar. (Grupo 2)

Já nas 8 respostas restantes, 88,9%, é possível verificar o caráter descritivo, o resgate de conceitos vistos em momentos anteriores, associados a relações da causalidade, sendo, portanto, categorizadas como N4 (conforme apontam os grifos), conforme excertos:

- As folhas são importantes para o ambiente, **pois** juntamente com o caule realizam fotossíntese. Além da fotossíntese, as folhas produzem água em estado líquido e a liberam por suas pontas para o ambiente. Fenômeno conhecido por: Gutação. A transpiração ocorre com maior incidência na praça Coronel Salles, **por conta da** grande concentração de luz solar. Tal fenômeno é fundamental para o ambiente, **pois** libera água e **consequentemente** há uma intervenção na umidade. (Grupo 3, grifos nossos)
- As folhas são de extrema importância para a planta e para o meio ambiente, **(pois)** elas têm a função de realizar algumas das necessidades das plantas (fotossíntese transpiração e gutação) e garantir a sua sobrevivência. Quanto ao resto do meio ambiente elas produzem água e oxigênio (O₂) garantindo a umidade e a vida, e transmitindo sensações de temperatura frescor, tranquilidade calma e limpeza aos indivíduos que se encontram naquele ambiente. (Grupo 6, grifo e inserção nossos)

Podemos inferir, que a atividade de fechamento cumpriu seu objetivo de resgate aos conhecimentos anteriores uma vez que foi possível constatar um aumento no grau das habilidades argumentativas demonstradas na transição das atividades.

7.3 A Relação questões-problema e respostas

As duas questões de pesquisa que norteiam este trabalho envolvem o desenvolvimento de habilidades cognitivas. Lipman (1995), em seu livro “O Pensar na Educação” faz uma caracterização dessas habilidades, elencando-as em: habilidades de investigação, habilidades de raciocínio, habilidades de formação de conceitos e habilidades de tradução. Sá e Queiroz, (2005) descrevem esses quatro grupos:

Habilidades de investigação: este tipo de habilidade consiste na busca por soluções para se resolver uma questão. Esta busca deve ser minuciosa, criteriosa e, se necessário, transformada em algo melhor. A ação da investigação é buscar, investigar, pesquisar minuciosamente algo. Uma vez encontrados os dados, procura-se estabelecer as relações que os envolvem, melhorando-os ou transformando-os em outros fatos. Segundo Lipman deve ser dado à investigação o caráter do pensar bem, do pensar ético, otimizando, desta forma, a investigação e facilitando a resolução da questão apresentada.

Habilidades de raciocínio: de acordo com Lipman, raciocínio é o processo de ordenar e coordenar aquilo que foi descoberto por meio da investigação. É o processo que se dá no movimento que parte de algo conhecido para chegar a algo novo através da dedução, indução, inferência, prova, demonstração, argumento, silogismo, analogia etc.

Habilidades de formação de conceitos: para Lipman conceito é o resultado final de um conjunto de informações e as relações que lhes são pertinentes. A posse de conceitos articulados passa a integrar o processo de pensar, seja na forma de juízos, encadeamento de juízos, no raciocínio/argumentação ou explanações discursivas.

Habilidades de tradução: traduzir é ser capaz de dizer algo que já está dito, com suas próprias palavras. É expressar a mesma coisa de outra forma, garantindo a sua essência. Segundo Lipman é o que ocorre nas boas traduções de uma língua para outra. O desempenho em traduzir envolve as habilidades de interpretar, parafrasear, analisar, buscar significados corretos e formar conceitos. (p. 3 e 4, grifo das autoras).

A partir dos apontamentos de Sá e Queiroz (2005), entendemos que a identificação de habilidades cognitivas se relaciona à algumas capacidades, como: a comunicação oral, escrita, trabalho em equipe, argumentação frente à questionamentos, criatividade, tomar decisões frente a problemas reais, solucionar problemas, a persuasão na apresentação da solução do trabalho. Essas capacidades estão associadas à habilidades como as de integrar a teoria e a prática, retomar conteúdos estudados previamente e estruturar trabalhos de pesquisa.

Durante a análise das respostas apresentadas pelos alunos, identificamos indícios que auxiliam a responder à questão de pesquisa: “Quais habilidades cognitivas podem ser desenvolvidas por estudantes de 7º ano do Ensino Fundamental a partir do estudo sobre a importância das folhas para a planta e o ambiente numa perspectiva investigativa?” Para tanto, fizemos uma análise do nível de cognição das respostas dadas pelos alunos em cada atividade e como um todo, conforme quadro 7 que segue.

Quadro 7: Análise do nível de cognição das respostas dadas pelos alunos

		Atividades Investigativas						Total	
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Absoluto	Frequência
N Í V E L	N0	1	0	5	0	1	0	7	3%
	N1	66	5	12	0	3	0	86	37%
	N2	27	23	41	4	0	1	96	40,5%
	N3	14	0	3	3	0	0	20	8,5%
	N4	0	0	2	2	14	8	26	11%
	N5	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		108	28	63	9	18	9	235	100%

Fonte: Autoria própria

*1ª Sensibilização; 2ª Expectativas sobre os locais a serem visitados; 3ª Visita às praças; 4ª Exposição e discussão sobre as informações obtidas; 5ª Experimentos investigativos e 6ª Fechamento.

De acordo com todas as atividades realizadas, obtivemos 235 respostas. Quando analisadas verticalmente percebemos uma maior concentração de respostas nas três primeiras atividades, contabilizando aproximadamente 85% das respostas e cujas questões-problema são, em sua maioria, do tipo P1 e P2. Ainda em uma análise vertical é percebida a migração das repostas para níveis mais elevados nas três últimas atividades, cujas questões-problema foram classificadas exclusivamente como do tipo P3. Esse exame corrobora com as análises feitas anteriormente, onde questões-problema de maior grau de dificuldade demandam respostas mais elaboradas.

Horizontalmente é possível verificar uma maior concentração de respostas de graus N1 e N2, somando 77% do total de respostas elaboradas. Esse dado também corrobora com a análise vertical.

Entendemos que as atividades realizadas atingiram seus objetivos propostos, pois durante a análise das relações entre as questões-problema e as habilidades cognitivas apresentadas pelos estudantes percebemos que as questões de graus mais elevados exigem dos alunos respostas com habilidades argumentativas mais elaboradas.

Também fizemos uma análise envolvendo aspectos relacionais entre os níveis de cognição das questões-problema e das respostas dos alunos, buscando responder à questão de pesquisa “Quais relações podem ser estabelecidas entre as questões-problema propostas pela professora de acordo com a intencionalidade de ensino e as respostas apresentadas pelos alunos a fim de favorecer a argumentação e promover o desenvolvimento de habilidades cognitivas?” Analisamos, também, conforme quadro 8 que segue o percentual do nível de cognição das questões-problema propostas pela professora em cada atividade e como um todo.

Quadro 8: Análise do nível de cognição das questões-problema propostas pela professora em cada atividade

		Atividades Investigativas*						Total	
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	Absoluto	Frequência
N í v e l	P1	2	1	2	0	0	0	5	28%
	P2	2	2	4	0	0	0	8	44%
	P3	0	0	1	1	2	1	5	28%
	Total	4	3	7	1	2	1	18	100%

Fonte: Autoria própria.

*1^a Sensibilização; 2^a Expectativas sobre os locais a serem visitados; 3^a Visita às praças; 4^a Exposição e discussão sobre as informações obtidas; 5^a Experimentos investigativos e 6^a Fechamento.

Assim, em uma análise conjunta de todas as atividades, realizamos um total de 18 questões-problema das quais, em uma análise vertical – uma a uma – é possível verificar uma maior concentração na terceira atividade, somando um total de 7 das 18 realizadas ao todo. Também podemos identificar um maior número de questões de nível P2, e, as categorizadas como do tipo P3 apresentaram-se com exclusividade nos três últimos momentos.

Horizontalmente, percebemos que 28% das questões-problema foram do tipo P1 e P3 e 44% do tipo P2. A maior concentração de questões-problema do tipo P2 sinaliza a intencionalidade da professora no favorecimento de respostas pelos alunos visando proporcionar uma compreensão mais ampla do assunto estudado (Perrenoud, 2000; Zanon, 2013) e que requerem um diálogo entre professor e alunos para a transposição de obstáculos.

A diminuição gradativa no número de questões no decorrer das atividades foi intencional. Em momentos iniciais visava-se o desenvolvimento da familiaridade dos estudantes com a temática de maneira ampla. Conforme as atividades vão se desenvolvendo e os alunos começam a relacionar seus conhecimentos prévios aos científicos, ocorre um afunilamento no sentido de apontar de maneira mais direcional para o foco da temática que está em curso, para

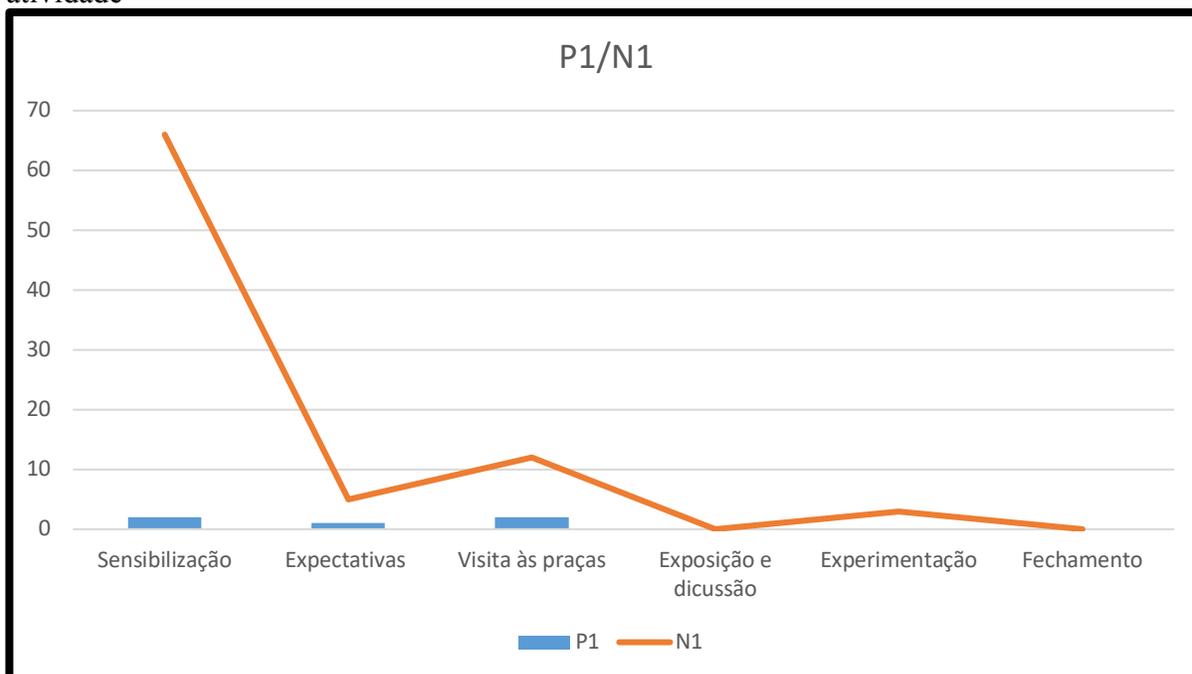
assim, promover a inserção de conhecimentos científicos em assuntos que fazem parte do cotidiano.

No decorrer das atividades, é possível verificar um movimento migratório nos níveis das questões-problema elaboradas, onde se vê questões categorizadas como do tipo P1 concentradas nas três primeiras atividades com uma proximidade em sua distribuição, já questões do tipo P2 se apresentam em maior número na terceira atividade, e, as do tipo P3 se condensam quase equitativamente nas três atividades finais.

Percebe-se portanto, a intencionalidade da professora em trazer questões-problema significativas, através de situações desafiadoras cuja resolução esteja ao alcance dos alunos (Perrenoud, 2000) através do uso dos seus conhecimentos e de seu raciocínio, de maneira participativa (Carvalho, 2013). Também é possível notar que a postura mediadora da professora, assumindo uma posição dentro de um discurso que se constrói no coletivo, de maneira dialógica e problematizadora (Suart, 2008), denota uma parceria com os alunos afim de orientá-los na realização da investigação, de acordo com os pressupostos de uma abordagem didática (SASSERON, 2015).

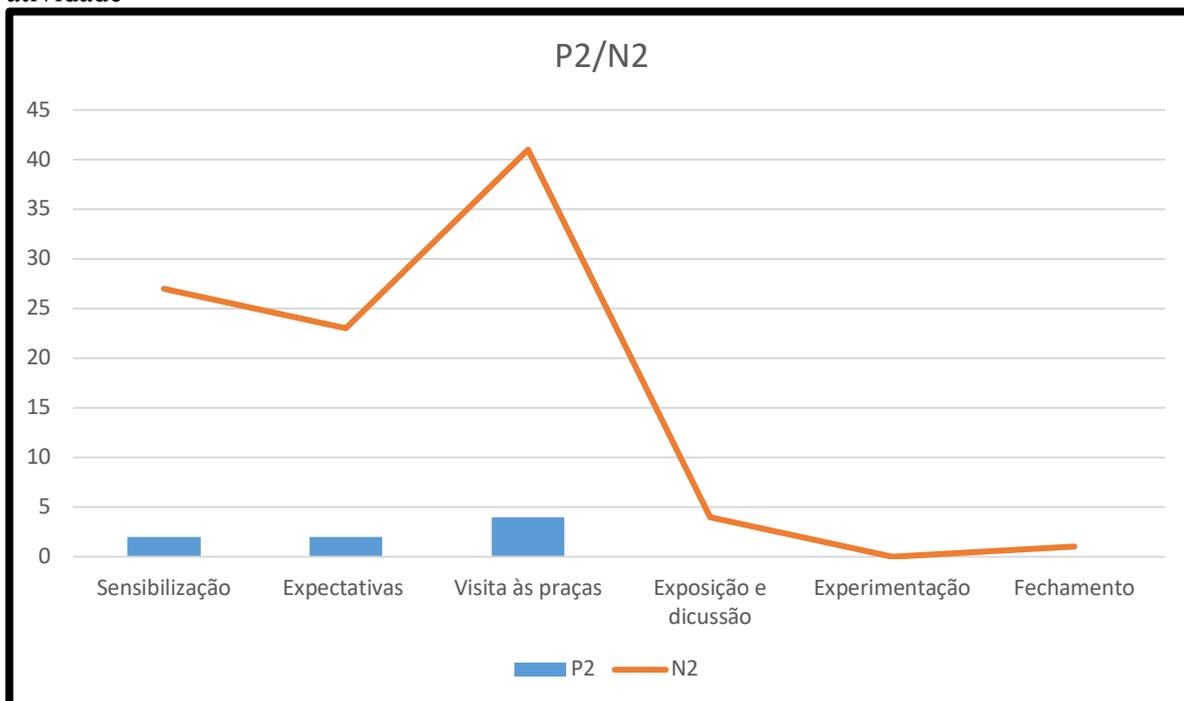
De maneira geral, é possível verificar um alinhamento entre os níveis cognitivos exigidos pelas questões-problema propostas e os níveis cognitivos apresentados pelos alunos em suas respostas, conforme mostram os gráficos apresentados nas figuras 21, 22 e 23 a seguir.

Figura 21: Relação entre o total de questões (do tipo P1) e respostas (do tipo N1) em cada atividade



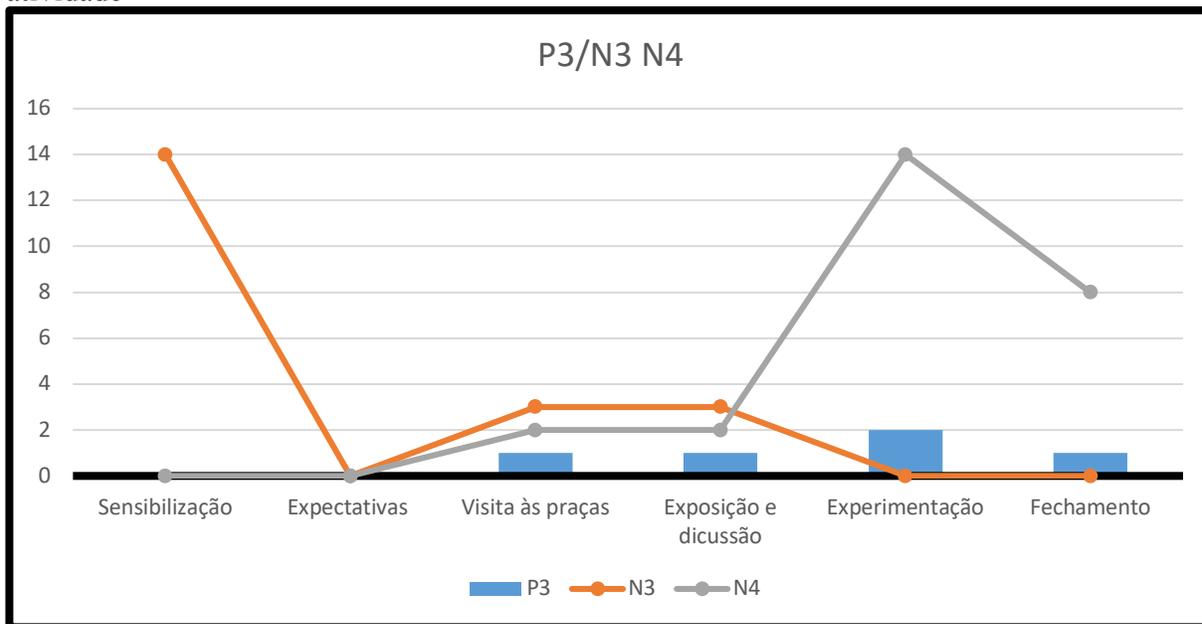
Fonte: Autoria própria

Figura 22: Relação entre o total de questões (do tipo P2) e respostas (do tipo N2) em cada atividade



Fonte: Autoria própria

Figura 23: Relação entre o total de questões (do tipo P3) e respostas (do tipo N3 e N4) em cada atividade



Fonte: Autoria própria

Questões do tipo P1 demandam respostas de nível N1, já questões do tipo P2 requerem respostas de nível N2, enquanto questões do tipo N3 se alinham com respostas de níveis N3 e N4, em conformidade com os pressupostos de Zoller (1993, 2001)

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a análise dos resultados podemos afirmar que a problematização ao longo das atividades investigativas envolvendo questões verdadeiras (abertas), associada a uma abordagem didática, favoreceu com que os estudantes se sentissem motivados a participar de forma mais ativa, já que sua opinião foi considerada.

Também constatamos um direcionamento ascendente nos níveis cognitivos apresentados nas respostas dos estudantes em cada etapa da atividade investigativa. Esse movimento está diretamente vinculado ao tipo de pergunta feita pela professora. Inicialmente, partiram de situações já estabelecidas (familiares) e, ao final, elaboraram respostas mais completas. Conceitos e situações conhecidas são transpostos de acordo com o aumento da exigência requerida pelas questões-problema lançadas pela professora. No final, transformaram-se em respostas mais completas, elaboradas a partir da interface entre as concepções iniciais e os conceitos apreendidos, no sentido de acrescentar entendimentos a algo que já é familiar ao estudante.

Cabe destacar que o desenho da proposta didática se alinhou de maneira a buscar reparar duas grandes inquietações apresentadas pela pesquisadora enquanto professora: 1- possibilitou uma alteração significativa no modo com o qual as atividades laboratoriais eram propostas aos alunos; 2- no que se refere ao tempo destinado para as atividades, tornando-as factíveis dentro do número de aulas destinado para este conteúdo. Como produto final, essa atividade investigativa propiciou uma interação mais coesa entre os conteúdos abordados nas aulas teóricas e os das aulas práticas.

Uma das dificuldades para a construção da proposta didática foi elaborar questões-problema verdadeiras a fim de favorecer o protagonismo do aluno, estimular o interesse na busca de respostas a ponto de não o desestimular.

Um possível desdobramento desse trabalho consiste na adaptação da proposta didática de acordo com o que é requerido por outras temáticas, na área de ciências naturais, existentes nos documentos (DCN, Currículo do Estado de São Paulo, BNCC) considerando-se as especificidades do contexto escolar e das condições cognitivas dos alunos.

A abordagem didática favoreceu o protagonismo dos alunos, pois algumas habilidades fundamentais para o desenvolvimento do raciocínio foram estimuladas ao longo do processo,

como capacidade de relacionar os conhecimentos iniciais com os dados científicos e as conclusões; argumentar frente a questionamentos e de solucionar problemas.

As contribuições teóricas deste estudo residem na definição do termo questões-problema a ser explorada em estudos futuros, e, no desenvolvimento de um instrumento de análise das respostas dos alunos no que se refere a argumentação aliada ao desenvolvimento de habilidades cognitivas que complementa o já existente, também utilizado em nossas análises.

É conveniente destacar também, como contribuição prática, a importância da formação continuada do professor que busca ressignificar suas concepções e conceitos que regem as ações em sala de aula, buscando refletir sobre sua *práxis* no sentido de almejar um maior, melhor e mais prazeroso aprendizado para o estudante.

Uma possível implicação desta pesquisa para a área de Educação em Ciências consiste em considerar que o processo de ensino e aprendizagem por meio de habilidades cognitivas de ordem alta é desejável, porém as estratégias de ensino e os métodos de avaliação escolhidos pelo professor precisam ser alinhados a esse fim.

A partir da análise dos resultados surgem novos questionamentos relacionados a prática docente da pesquisadora como a possibilidade de socialização desse estudo no ambiente escolar; além dos possíveis impactos na prática pedagógica da pesquisadora a partir dos conhecimentos adquiridos, pautada na perspectiva do professor reflexivo. Por fim, pode-se chegar à questionamentos tangentes à estudos futuros, como relativo a) à forma que os conteúdos do ensino de ciências existentes no currículo do Ensino Fundamental do ciclo II, podem ser desenvolvidos tendo como premissas metodologias diferenciadas (como por exemplo atividades investigativas), aliadas a carga horária destinada e ao programa de ensino; e também, b) as contribuições da formação de um espaço interpretativo compartilhado entre professores e pesquisadores a fim de promover melhorias na qualidade do ensino de ciências.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, O. G. MORTIMER, E. F. Promovendo a tomada de consciência dos conflitos a superar: análise da atividade discursiva em uma aula de ciências. In: **Anais do II Encontro Internacional de Linguagem, Cultura e Cognição: reflexões para o ensino**. Campinas: Programa de Pós-graduação em Educação da UFMG e UNICAMP. Belo Horizonte, 2003.

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O Método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2ª ed. São Paulo: Pioneira, 1999. 203p.

ATAIDE, M. C. E. S. SILVA, B. V. C. As metodologias de ensino de ciências: contribuições da experimentação e da história e filosofia da ciência. **Holos**, ano 27, vol 4, p. 171-181, 2011.

AZEVEDO, M.C.P.S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. Anna Maria Pessoa de Carvalho (Org). São Paulo: Cengage Learning, 2015.

BEDIN, C.; DELIZOICOV, N. C. **Uma perspectiva problematizadora para o ensino de alimentos transgênicos**. In: IX ANPED SUL Seminário de pesquisa em educação da região sul, Caxias do Sul, p. 1-15, 2012. Disponível em: < <http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/2250/289> >. Acesso em: jul 2017.

BERLAND, L. K.; REISER, B. Classroom communities' adaptation of the practice of scientific argumentation. **Science Education**, v. 95, n. 2, p. 473-498, 2011.

BIANCHINI, T. B. **O ensino por investigação abrindo espaços para a argumentação de alunos e professores do ensino médio**. 2011. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Faculdade de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, UNESP, Bauru, 2011.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal, Porto Editora, 1994. 336p.

BONIFÁCIO, J. R. **A extensão universitária e o ensino em saúde na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri: uma análise dos projetos de extensão**. 2017. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ensino em Saúde da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2017.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 19 (3), 2002, p. 291-313.

BRADE, A. C. **Contribuição para o estudo da flora pteridofítica da Serra de Baturité, Estado do Ceará.** Rio de Janeiro: Rodriguesia, v. 4, n. 13, p. 289-314, 1940.

BRASIL. **Constituição Federal da República Federativa do Brasil de 1988.** Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm >. Acessado em 30 jul. 2017.

BRASIL. **Rios Voadores.** 2010. Disponível em < <http://riosvoadores.com.br/2010>>. Acessado em 30 jan. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica.** Organização Jaqueline Moll. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 562p., 2013.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases para a Educação Nacional.** Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em 21 set. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Curricular Comum.** Brasília: SE, Setec, Secadi, MEC, Inep, SEB, SESu, Sase. 396p., 2017.

CAAMAÑO, A. R. Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos? **Alambique: Didáctica de las Ciências Experimentales.** 39. 2004. Disponível em <<http://alambique.grao.com/imprimirArea.htm?nocache=0.4578515381817685>>. Acesso em: set. 2017.

CALDEIRA, A.M.A. **Análise Semiótica do Processo de Ensino e Aprendizagem.** Tese de Livre-docência. Unesp, Bauru, 2005.

CARVALHO, I. C. M. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico.** São Paulo: Cortez, p. 256, 2004.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino Investigativas. In: _____. **Ensino de Ciências por Investigação:** condições para implementação em sala de aula. 1º ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

CARVALHO, D. F. SILVA, L. D. B. (2006). **Evaporação e Transpiração,** 2006, 81 p. Apostila. Disponível em < www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/.../HIDRO-Cap6-ET.pdf >. Acesso em: set. 2017.

DECI, E. L. *et al.* **Motivation and Education:** The Self-Determination Perspective. *Educational Psychologist*, n. 26, p. 325-346, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 2ª Ed. São Paulo: Cortez, 2007, 366p.

DICIONÁRIO DA LÍNGUA PORTUGUESA. Porto: Porto Editora, p. 1744, 2013.

DICIONÁRIO AURÉLIO. Curitiba: Posigraf, p. 895, 2004.

DUSCHL, R. A. Research on the history and philosophy of science. In: **Handbook of research on science teaching and learning**. D. Gabel. New York: MacMillan Publishing Company, 1994. p.443-465.

DUSCHL, R. A. Science education in three-part harmony: balancing conceptual, epistemic and social learning goals. **Review of Research in Education**, v. 32, n. 1, p. 268-291. 2008.

FERNANDES, M. M; SILVA, M. H. S. O trabalho experimental de investigação: das expectativas dos alunos às potencialidades no desenvolvimento de competências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 4 (1), p.45-58, 2004.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 4ª ed. p. 176, 2002.

GIL-PÉREZ, D.; *et al.* **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez Editora, 2005. 264 p.

GÜLLICH, R. I. C. A Botânica e seu Ensino: história, concepções e currículo (Dissertação de Mestrado). Rio Grande do Sul: Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul - Departamento de Pedagogia. 2003.

HERRON, M. The nature of scientific inquiry. **School Review**, v. 79 n. 2, p. 171- 212. 1971.

HOFSTEIN, A.; *et al.* Developing Students' Ability to Ask More and Better Questions Resulting from Inquiry-Type Chemistry Laboratories. **Journal of Research in Science Teaching**, 42 (7), p. 791- 806, 2005.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. e BROCOS, P. Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação em ensino de Ciências. **Revista Ensaio**, vol.17, p.139-159, 2015.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Org.). **Enseñar Ciencias**. Barcelona: Graó. 2007.

JIMÉNEZ VALVERDE, G.; LLOBERA JIMÉNEZ, R. e LLITJÓS VIZA, A. La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de química: los niveles de abertura. **Enseñanza de las ciencias**, 24 (1), 59-70, 2006.

LACERDA, C. F. ENÉAS-FILHO, J. e PINHEIRO, C. B. **Fisiologia vegetal**, 2007. 356 p.
Apostila. Disponível em: <
http://www.fisiologiavegetal.ufc.br/APOSTILA/APRESENTACAO_DA_APOSTILA.pdf >.
Acesso em: nov. 2017.

LEITÃO, S. Argumentação e Desenvolvimento do Pensamento Reflexivo. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, vol. 20, p. 454-462, 2007.

LEITÃO, S. **Argumentação na escola: o conhecimento em construção**. Campinas: Pontes Editores, p.302, 2011.

LIBÂNIO, J. C. **Democratização da escola pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos**. 21ª. edição. São Paulo: Loyola, p.153, 2006.

LIPMAN, M. **O Pensar na Educação**. Petrópolis. Vozes, 1995.

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**.9.ed. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, V. F. SASSERON, L. H. As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 12, Nº 2, p. 29-44, 2012.

MACHADO, V. F. **A importância da pergunta na promoção da alfabetização científica dos alunos em aulas investigativas de física**. 2012. 151f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, USP, São Paulo, 2012.

MARQUES, R. **A pedagogia construtivista de Lev Vygotsky (1896 – 1934)**. p. 1 - 4, 2007. Disponível em:<http://www.eses.pt/usr/ramiro/docs/etica_pedagogia/A%20Pedagogia%20construtivista%20de%20Lev%20Vygotsky.pdf>. Acessado em: out.2017.

MORENO, J. A. V. *et al.* **Características da Investigação Científica no Continente Africano: Principais Debilidades da Investigação no Continente Africano**. 2015. 10f. Relatório – Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNIZAMBEZE, Moçambique, 2015.

MORTIMER, E. F. E SCOTT, P. Atividades discursivas nas salas de aulas de ciências: uma ferramenta sócio-cultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações no Ensino de Ciências**, 7 (3), 283-306, 2002.

MOURA, P. R. G., *et al.* **A pergunta pela essência da ciência em Heidegger**. Revista Interdisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão, vol.1 nº1, p. 126 – 140.

MUNFORD, D. LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Revista Ensaio**, vol.09, p.89-111, 2007.

OGBORN, J. Constructivist Metaphors of Learning Science. **Science & Education**, 6, p. 121-133, 1997.

PEDROSO, M. A. *et al.* Uma atividade investigativa sobre a primeira lei da termodinâmica: considerações sobre o processo de problematização. In: **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**, Florianópolis, SC. p. 1-9. 2017.

PELLA, M. O. (1961). The laboratory and science teaching. **The Science Teacher**, v. 28, p. 20-31, 1961.

PENAGOS, W. M. M. La Inclusión de la Dimensión Ambiental en la Educación Superior: Un Estudio de Caso en la Facultad de Medio Ambiente de la Universidad Distrital En Bogotá. 2011. apud RINK, J. **Ambientalização curricular na educação superior: tendências reveladas pela pesquisa acadêmica brasileira (1987-2009)**. 2014. 254 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, 2014.

PEREIRA, J. S. 2015. **O ensino do tema energia e suas transformações: a pedagogia de projetos como suporte pedagógico**. 2015. 367 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília. 2015.

PERELMAN, C.; OLBRECHTS-TYTECA, L. **Traité de l'argumentation. La nouvelle rhétorique**. Bruxelles: Éditions de l'Université de Bruxelles, 1958.

PERRENOUD, P. **10 Novas Competências para Ensinar**. Porto Alegre: Artmed. 2000. 192p.

PRIESTLEY, W. J. The impact of longer term intervention on reforming physical science teachers' approaches to laboratory instruction: seeking a more effective role for laboratory in science education. **Dissertation Abstracts International**. 58, 1997, p. 806.

RAUEN, F. J. **Roteiros de iniciação à pesquisa**. Palhoça: Ed. da Unisul, 2013.

REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Petrópolis: Vozes, 2012. 140 p.

SÁ, E. F. de *et al.* As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 6, Florianópolis, SC, **Atas**, 2007.

SÁ, L.P.; QUEIROZ, S.L. Casos investigativos como estratégia para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e de capacidade de tomada de decisão de alunos de graduação em química. 2005. In: V Enpec: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2005. **Anais**. Bauru: Abrapec, 2005.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias – Ensino Fundamental –Ciclo II e Ensino Médio**. SEE, p.153, 2012.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, p. 59-77, 2011.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v.17 n. especial, p. 49-67, 2015.

SATO, M. S. Aspectos do laboratório didático no ensino superior de Química. In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN, novembro 2014, Buenos Aires, p. 1-21.

SCARPA, D. L.; SILVA, M. B. E. A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In: CARVALHO, A. M. P. D. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 129-152.

SCHNETZLER, R.P; ARAGÃO, R.M. Importância, sentido e contribuições para o ensino de química. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n.1, p. 27-31,1995.

SCHWAB, J. J. The teaching of science as enquiry. In: _____, P.F. Brandwein, (eds.), **The teaching of Science**, United Kingdom: Harvard University Press, 1962. p. 3 – 103.

SHEPARDISON, D.P. e PIZZINI, E.L. **Questioning levels of Junior high school science textbook and their implications for learning textual information**. Science Education, Vol. 75, nº 6, p. 673-688, 1991.

SILVA, A. C. T. MORTIMER, E. F. Aspectos teórico-metodológicos da análise das dinâmicas discursivas das salas de aula de ciências. IN: **V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**, Bauru, SP. p. 1-12, 2005.

SILVA JÚNIOR, J. M. COELHO, G. R. A aquisição de conceitos, atitudes e procedimentos de alunos de ensino médio em uma atividade investigativa sobre o tema Efeito Fotoelétrico. In: **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**, Águas de Lindóia, SP. p. 1-8, 2015.

SOUZA, F. L., *et al.* **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. Cetec capacitações: Projeto de formação continuada de professores da educação profissional do Programa Brasil Profissionalizado – Centro Paula Souza - Setec/MEC, 2013. p. 90.

SUART, R. C. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas**. 2008. 218 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, USP, São Paulo, 2008.

SUART, R. C. MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Revista Ciências e Cognição**, v.14, p. 50-74, 2009.

SUART, R. C. **Formação inicial de professores de química: o processo de reflexão orientada visando o desenvolvimento de práticas educativas no ensino médio.** 2016. 398 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, USP, São Paulo, 2016.

TAMIR, P. Practical work at school: An analysis of current practice. In: B. WOOLNOUGH, (ed). **Practical Science.** United Kingdom: Open University Press, 1991. p. 13 – 20.

TAMIR, P. The role of the laboratory in science teaching. (Technical Report No. 10). Science Education Center, University of Iowa. 1976.

TODOROV, J. C., MOREIRA, M. B. **O Conceito de Motivação na Psicologia.** Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva. Vol. VII, nº 1, 119-132, 2005.

VAN EEMEREN, F. H.; GROOTENDORST, R. **A systematic theory of argumentation: the pragma- dialectical approach.** New York: Cambridge University Press, 2004.

VYGOTSKY, L. **Mind and Society: The Development of Higher Mental Processes.** Londres: Englewood, 1978.

WALTON, D. N. **Media argumentation: Dialectic, persuasion and rhetoric.** Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

WESTBROOK, R. B.; TEIXEIRA, A. José Eustáquio Romão e Verone Lane Rodrigues (org. e trad.). **John Dewey.** Recife: Massangana, 2010. 136 p.

WILSEK, M. A. G. TOSIN, J. A. P. Ensinar e Aprender Ciências no Ensino Fundamental com Atividades Investigativas através da Resolução de Problemas. In: **O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense: Cadernos PDE.** Curitiba: SEED, 2011. p. 02-45.

ZANON, D. A. V.; QUEIROZ, S. Elaboração de situações problemas por estudantes de pós-graduação em química: implicações na prática educativa. **Anais do X Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.** Girona, Espanha, 2013.

ZOLLER, U. Are lecture and learning: are they compatible? Maybe for LOCS; unlikely for HOCS. **J. Chemical Ed.**, v. 70, n. 3, 195-197, 1993.

ZOLLER, U. Alternative assessment as (critical) means of facilitating HOCS-Promoting teaching and learning in Chemistry Education. **Chemistry Ed. Res. Practice Europe**, v. 2, n. 1, p. 9-17, 2001.

ZOLLER U.; DORI, Y. e LUBEZKY, A. Algorithmic and LOCS and HOCS (Chemistry) Exam Questions: Performance and Attitudes of College Students. **Intrnl. J. Sci. Ed.**, v. 24, n. 2, 185-203, 2002.

ZOLLER, U.; PUSHKIN, D. Matching Higher-Order Cognitive Skills (HOCS) promotion goals with problem-based laboratory practice in a freshman organic chemistry course **Chemistry Education Research and Practice**, v. 8, n. 2, 153-171, 2007.

ZÔMPERO, A. F, LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 03, p. 67-80, 2011.

ZÔMPERO, A.F.; ARRUDA, S.M.; GARCIA, M.F.L. Estudo comparativo sobre concepções de ciência e cientista entre alunos do Ensino Fundamental. **Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE A – ROTEIRO UTILIZADO DURANTE A ATIVIDADE PRÁTICA REALIZADA NO ESTUDO EXPLORATÓRIO

Formação de iceberg e densidade da água 6º ano - Professora Cláudia

A) Qual será a temperatura em que a água se transforma em gelo?

Materiais:

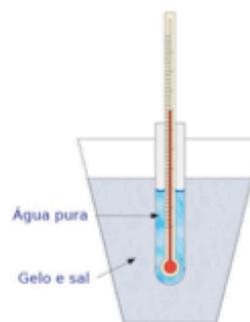
Gelo picado	Sal de cozinha
Pote plástico	Água
Termômetro	Espátula
Tubo de ensaio	

Métodos:

- 1- Responda a seguinte pergunta em seu caderno:

Qual será a temperatura em que a água se transforma em gelo?

- 2- Coloque o gelo picado no pote plástico e misture com quatro espátulas de sal de cozinha até que o gelo comece a derreter.
- 3- Com o termômetro, meça a temperatura desta mistura e anote em seu caderno.
- 4- Lave o termômetro.
- 5- Coloque 5 mL de água no tubo de ensaio.
- 6- Insira o tubo de ensaio no gelo picado e coloque o termômetro dentro do tubo (conforme mostra a figura).
- 7- Aguarde alguns minutos e leia a temperatura indicada no termômetro.
- 8- Anote o resultado em seu caderno.



B) O Gatinho pescador: água sólida e líquida tem o mesmo peso?

Materiais:

Copo plástico	Balança
Água	Caneta permanente
Gelo	

Métodos:

- 1- Responda a seguinte pergunta em seu caderno:

Se colocarmos cada um dos copinhos em um prato da balança, qual será o resultado? Por quê?

- 2- Monte a balança plástica conforme a figura ao lado.
- 3- Coloque água no copo vazio até atingir a mesma altura do gelo que está no outro copo.
- 4- Com a caneta permanente, faça uma marca no copo, na altura dos seus conteúdos.
- 5- Coloque cada copo plástico em cada prato da balança.
- 6- Veja o que acontece e anote o resultado em seu caderno.
- 7- Retire cada copo plástico da balança e aguarde que o gelo derreta.
- 8- Compare as alturas dos conteúdos de cada copo com as marcas feitas inicialmente.
- 9- Anote o resultado em seu caderno.



APÊNDICE B – ARTIGO APRESENTADO NO X CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

X CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN
EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

SEVILLA
5-8 de septiembre de 2017

A INVESTIGAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS E O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES COGNITIVAS

Cláudia Roberta Küll, Dulcimeire Aparecida Volante Zanon
Universidade Federal de São Carlos

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo identificar as habilidades cognitivas desenvolvidas nos estudantes de sexto ano do Ensino Fundamental a partir do estudo do congelamento superficial da água de lagos. Para tanto, a estratégia metodológica utilizada consistiu no lançamento de questões problematizadoras pela professora ao longo de todo o processo investigativo. A análise dos dados indicou que houve um movimento crescente dos níveis cognitivos apresentados nas respostas dos estudantes. Inicialmente, partiram de situações já estabelecidas e, ao final, elaboraram respostas mais completas, buscando resgatar os conceitos e as discussões a fim de aprimorar suas explicações. Ressaltamos que embora seja desejável o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem alta, as estratégias de ensino e os métodos de avaliação precisam ser alinhados a esse fim.

PALAVRAS CHAVE: habilidades cognitivas, investigação, ensino de ciências.

OBJETIVOS: Na educação básica ou no ensino superior, as atividades experimentais ainda são muitas vezes tratadas de forma acrítica e aproblemática. Pouca oportunidade é dada aos estudantes no processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses. O professor é o detentor do conhecimento e a Ciência é tratada de forma empírica e algorítmica. Assim, o estudante torna-se passivo, cabendo a ele seguir um protocolo, elaborar um relatório e tentar ao máximo se aproximar dos resultados já esperados. Frequentemente, essas atividades que apresentam natureza de “receita de cozinha” são planejadas com o propósito de consumir mínimos recursos, tempo, espaço e equipamentos. De acordo com Domin (2007), duas explicações podem ser dadas para sua ineficácia. A primeira se refere ao tempo que os estudantes perdem determinando se o resultado obtido é correto em detrimento ao planejamento e à organização dos experimentos. E, a segunda, diz respeito ao plano de laboratório das atividades tradicionais que facilita o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem baixa (aprendizagem mecânica, resolução de problemas algorítmicos).

Nesse sentido, uma mudança na estruturação e nos objetivos das atividades que permitam aos estudantes identificar e controlar variáveis ou participar da elaboração do procedimento experimental pode contribuir para aumentar e valorizar processos cognitivos mais complexos (investigação, tomada de decisão, desenvolvimento do pensamento crítico e avaliativo).

O método investigativo tem mostrado eficácia em desenvolver aspectos fundamentais para a educação científica, como por exemplo a possibilidade de expor o aprendiz em atividades que favoreçam o desenvolvimento de habilidades de formular hipóteses, planejar e conduzir investigações, revisar explicações, comunicar e defender argumentos científicos.

Assim, neste trabalho tivemos como objetivo identificar e analisar as habilidades cognitivas desenvolvidas nos estudantes do Ensino Fundamental diante de atividades investigativas referentes ao congelamento superficial da água de lagos.

QUADRO TEÓRICO

Diversos autores como Jimenez-Aleixandre e Brocos (2015), Fernandes e Silva (2004), Hofstein et al. (2005), Millar et al. (2010), Silva Júnior e Coelho (2015) ressaltam a importância das atividades experimentais que colocam os estudantes em situações onde possam protagonizar descobertas. Tais atividades podem abranger níveis de abertura relacionados ao papel do aluno durante o processo. No nível inicial, as atividades são comandadas, executadas e concluídas exclusivamente pelo professor que gradativamente abre ao aluno maior liberdade, chegando ao nível máximo de abertura. Neste nível, o aluno indica um problema a ser resolvido, elabora suas hipóteses, desenvolve o procedimento e chega à conclusão (Souza et al., 2013).

Caldeira (2005), Carvalho (2006), Suart e Marcondes (2009), Zòmpero et al. (2015) têm destacado a importância do desenvolvimento de habilidades cognitivas nos estudantes. Dentre elas, podemos citar a observação, descrição, identificação, comparação, coleta, interpretação de dados bem como a sistematização em registros.

De acordo com Zoller (1993), quando um aluno resolve um problema, faz uso de diferentes estratégias que podem ser categorizadas em dois grupos. O primeiro refere-se às habilidades de ordem cognitiva alta, definidas como HOCS (*Higher Order Cognitive Skills*) que abrangem as capacidades de formular questões, solucionar problemas e tomar decisões, além do desenvolvimento de um sistema de pensamento crítico. E o segundo, habilidades cognitivas de ordem baixa, LOCS (*Lower Order Cognitive Skills*), caracterizadas por capacidades como a de conhecer, de lembrar uma informação ou de aplicar conhecimento ou algoritmos memorizados em situações familiares ou em resolução de exercícios.

Nesse sentido, para a resolução de um problema ou para a compreensão de conceitos, o estudante pode necessitar de diferentes níveis de “demandas cognitivas que se manifestam em processos mais complexos como reflexão e análise; ou, mais simples como memorização e aplicação de algoritmos” (SUART E MARCONDES, 2009, p. 54).

METODOLOGIA

Ao todo, participaram desta pesquisa 23 estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola particular do interior do Estado de São Paulo, Brasil, no 2º semestre de 2016.

Os instrumentos utilizados na obtenção dos dados foram registro oral (gravação em áudio e vídeo), escrito e fotografias de todo o processo de execução das atividades investigativas. Cabe destacar que a professora solicitou permissão à direção da escola e aos responsáveis legais dos alunos por meio do envio de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

As atividades investigativas sobre o congelamento superficial da água de lagos foram construídas e executadas pela pesquisadora e se compuseram de três momentos: contextualização, experimentação e finalização.

No momento da contextualização, os estudantes foram instruídos a assistir a um vídeo que mostra um gato caminhando na superfície congelada de um lago, tentando (sem sucesso) capturar os peixes que ali nadam. A partir dessa situação, foram estimulados a responder as seguintes questões (em grupos): O que este vídeo nos mostra? Quais as condições do ambiente para que isso ocorra? Como você explica o que está ocorrendo? Por que apenas a superfície da água está congelada? O peso da água nos estados líquido e sólido são iguais? Justifique.

Utilizando as hipóteses lançadas pelos estudantes na contextualização, em um segundo momento, elaboramos atividades experimentais do tipo investigativas, realizadas em uma aula de 100 minutos com o objetivo de investigar o fenômeno de congelamento da água e a propriedade físico-química relacionada à diferença de peso existente entre a água líquida e a congelada. Os estudantes efetuaram procedimentos, discutiram, compararam e registraram suas hipóteses e resultados. Também responderam as questões relacionadas aos resultados dos experimentos: Qual será a temperatura em que a água se transforma em gelo? Água sólida e líquida tem o mesmo peso? Justifique.

O terceiro e último momento da atividade (finalização) consistiu na socialização dos registros e na elaboração de uma resposta (grupal) à seguinte questão proposta pela professora: Por que o gato não conseguiu pegar os peixes?

As respostas apresentadas pelos grupos em cada momento da atividade foram tabuladas e analisadas em uma planilha Excel de acordo com os níveis de habilidades cognitivas. Para tanto, foi utilizado o instrumento desenvolvido por Suart e Marcondes (2009, p. 58) baseado nas definições de Zoller (1993, 2001). Segundo essas autoras, as categorias para a análise variam de N1 a N5, sendo que N1 refere-se ao uso de dados algorítmicos com pouco ou nenhum raciocínio lógico para sua resolução. Já N2 e N3 são identificadas como habilidades cognitivas de ordem baixa (LOCS) nas quais o aluno reconhece a situação problemática, mas não identifica variáveis (N2) ou explica a resolução de um problema utilizando conceitos já conhecidos, identifica e estabelece processos de controle para a seleção das informações (N3). Nesse sentido, N3 pode ser entendido como uma fase de transição para N4, já categorizado como nível de habilidade de ordem cognitiva alta (HOCS), pois os alunos começam a estabelecer processos de controle para a resolução do problema, exigindo tomada de decisões, pensamento crítico e avaliativo. Por fim, no N5 de maior complexidade, o aluno consegue abstrair os estudos e conceitos para uso em outros contextos.

RESULTADOS

Na Tabela 1 a seguir apresentamos as frequências dos níveis de cognição nas respostas dadas pelos estudantes (análise horizontal) e verticalmente, o total parcial e a frequência de respostas em cada momento da atividade investigativa. As respostas apresentadas correspondem ao total de grupos formados (G1 a G10).

Tabela 1.
Nível de cognição de acordo com as respostas elaboradas pelos alunos

Nível de Habilidade Cognitiva	Contextualização	Experimentação	Finalização	Total	
N1	10	0	0	10	12,8%
N2	20	0	0	20	25,6%
N3	18	16	0	34	43,6%
N4	0	4	10	14	18,0%
Total Parcial	48	20	10	78	100%
Frequência	61,6%	25,6%	12,8%		

A partir de uma análise horizontal, podemos identificar que as respostas categorizadas por N1 e N2 estão concentradas no momento da contextualização, mostrando um esforço dos estudantes em apenas buscar uma resposta direta para a problemática, conforme exemplos:

Um gato andando sobre a água com superfície congelada. (G10)

A temperatura tem de estar a menos de 0°C. (G8)

Ainda horizontalmente, esta tabela evidencia que respostas de níveis cognitivos N3 e N4 aparecem em todos os momentos da atividade, correspondendo 61,6% do total, conforme excertos de escritas:

A camada de gelo funciona como um cobertor, impedindo que a água mais profunda congele. (G10)

A água vira gelo com a temperatura de 0°C. (G3)

Não, o gelo é mais leve pois as bolhas de ar ficam espalhadas no gelo. (G1)

Pois com a superfície da água congelada o gato não chegou até os peixes e conseqüentemente, não conseguiu pegá-los. O gelo da superfície agiu como isolante térmico, e não permitiu que o resto da água congele, e para que a superfície congele a temperatura tem que estar abaixo de 0°C. (G8)

Esses dados indicam o favorecimento de uma fase de transição em que os alunos começam a estabelecer caminhos para a resolução do problema, exigindo tomada de decisões e pensamento crítico e avaliativo (N3), mas também apresentando respostas (N4) que envolvem “elaboração de hipóteses, análise de variáveis e relações causais, ou seja, pensamentos mais complexos para a resolução de um problema (SUART e MARCONDES, 2009, p. 59). Também verticalmente, destaca-se a presença destes dois níveis, N3 e N4, nos três momentos. Acreditamos que essa situação foi impulsionada pela fato de que os experimentos propiciaram o desenvolvimento da capacidade de refletir sobre os fenômenos e articular com os conhecimentos anteriores. Já a finalização favoreceu a capacidade da escrita, pois o estudante precisou argumentar e tomar uma decisão e/ou conclusão frente ao problema proposto (Por que o gato não conseguiu pegar os peixes?), conforme excertos:

O gato não conseguiu pescar os peixes, pois a superfície da água estava congelada. A temperatura - por exemplo -, é um dos fatores que influenciou o congelamento da água primeiro pela superfície. O gelo forma uma espécie de isolante térmico, que não permite que a água continue a congelar. (G7)

Pois com a superfície da água congelada o gato não chegou até os peixes e conseqüentemente, não conseguiu pegá-los. O gelo da superfície agiu como isolante térmico, e não permitiu que o resto da água congele, e para que a superfície congele a temperatura tem que estar abaixo de 0°C. (G8)

Concordamos com Suart e Marcondes (2009), quando apontam que o nível cognitivo N3 pode ser considerado tanto LOCS como HOCS, pois além de utilizar dados e conceitos memorísticos, faz uso de processos que se aproximam do nível N4, como a elaboração de hipóteses e pensamento avaliativo.

No caso desta pesquisa, não identificamos nenhuma resposta de nível cognitivo N5 na qual se considera que o aluno consegue ultrapassar a situação analisada e a transporta para outros contextos.

CONCLUSÕES

Esta pesquisa permitiu-nos visualizar um movimento crescente dos níveis cognitivos apresentados nas respostas dos estudantes em cada um dos momentos da atividade. Inicialmente, partiram de situações já estabelecidas (familiares) e, ao final, elaboraram respostas mais completas, buscando resgatar os conceitos utilizados na contextualização, tanto para confirmar as hipóteses iniciais, como para refutá-las e as reelaborar, de maneira que os conceitos discutidos fossem incorporados em suas explicações.

Cabe destacar que o desenho da proposta didática favoreceu o protagonismo do aluno, pois algumas habilidades fundamentais para o desenvolvimento do raciocínio foram favorecidas ao longo do processo, como capacidade de relacionar os conhecimentos iniciais com os dados científicos e as conclusões; argumentar frente a questionamentos e de solucionar problema.

Uma possível implicação desta pesquisa para a área de Educação em Ciências consiste em considerar que o processo de ensino e aprendizagem por meio de habilidades cognitivas de ordem alta é desejável, porém as estratégias e os métodos de avaliação escolhidos pelo professor precisam ser alinhados a esse fim.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahams, I. Z., Millar, R., Amos, R. Reiss, M. Practical experiments in school science lessons and science field trips. In: *Science and Technology Committee. Select Committee Inquiry: Practical experiments in school science lessons and science field trips*. London: Institute of Education University of London, 2011, p. 49-53.
- Caldeira, A.M.A. (2005). *Análise Semiótica do Processo de Ensino e Aprendizagem*. Tese de Livredocência. Unesp, Bauru.
- Carvalho, A.M.P. (2013). O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino Investigativas. In: _____. *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula*. 1º ed. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20.
- Domin, D. S. (2007). Students' perceptions of when conceptual development occurs during laboratory instruction. *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 14-152.
- Fernandes, M.M; Silva, M.H.S. (2004). O trabalho experimental de investigação: das expectativas dos alunos às potencialidades no desenvolvimento de competências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 4 (1), p.45-58.
- Jimenez-Alexandre, M. P e Brocos, P. (2015). Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação em ensino de Ciências. *Revista Ensaio*, vol.17, p.139-159.
- Hofstein, A.; Navon, O.; Kipnis, M; Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing Students' Ability to Ask More and Better Questions Resulting from Inquiry-Type Chemistry Laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (7), p. 791- 806.
- Silva Júnior, J. M. Coelho, G. R. (2015). A aquisição de conceitos, atitudes e procedimentos de alunos de ensino médio em uma atividade investigativa sobre o tema Efeito Fotoelétrico. In: *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC*, Águas de Lindóia, SP. p. 1-8.
- Souza, F. L., Akahoshi, L.H., Marcondes, M. E. R. e Carmo, M. P. (2013). Atividades experimentais investigativas no ensino de química. In: *Cetec capacitações: Projeto de formação continuada de professores da educação profissional do Programa Brasil Profissionalizado – Centro Paula Souza - Cetec/ MEC*. p. 90.
- Suart, R. C. Marcondes, M. E. R. (2009). A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. *Revista Ciências e Cognição*, v.14, p. 50-74.
- Zoller, U. (1993). Are lecture and learning: are they compatible? Maybe for LOCS; unlikely for HOCS. *J. Chemical Ed.*, 70 (3), 195-197.
- Zoller, U. (2001). Alternative assesment as (critical) means of facilitating HOCS-Promoting teaching and learning in Chemistry Education. *Chemistry Ed. Res. Practice Europe*, 2 (1), 9- 17.

APÊNDICE C - ARTIGO APRESENTADO NO XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS (ENPEC)

XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC
Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017

Problematizar situações de ensino e desenvolver habilidades cognitivas: estudo do congelamento superficial da água de lagos

Problematizing teaching situations and developing cognitive skills: study of the superficial water freezing of lakes

Cláudia Roberta Küll

Universidade Federal de São Carlos - UFSCar
claudia@interativo.com.br

Dulcimeire Ap. Volante Zanon

Universidade Federal de São Carlos – UFSCar
dulci@ufscar.br

Resumo

Este trabalho objetivou identificar as habilidades cognitivas desenvolvidas pelos estudantes de uma turma de 6º ano do Ensino Fundamental em uma escola particular do interior do Estado de São Paulo, a partir do estudo do congelamento superficial da água de lagos. Para tanto, a estratégia metodológica escolhida consistiu no lançamento de questões problematizadoras pela professora ao longo de todo o processo investigativo. Os resultados demonstraram que houve um movimento crescente dos níveis cognitivos apresentados nas respostas dos estudantes. Inicialmente, partiram de situações já estabelecidas e, ao final, elaboraram respostas mais completas, buscando resgatar os conceitos e as discussões a fim de aprimorar suas explicações. Nesse sentido, cabe destacar que o processo de ensino e aprendizagem por meio de habilidades cognitivas de ordem alta é desejável, porém as estratégias de ensino e os métodos de avaliação escolhidos pelo professor precisam ser alinhados a esse fim.

Palavras chave: habilidades cognitivas, atividade investigativa, ensino de ciências.

Abstract

This work aimed to identify the cognitive skills developed by the students of a 6th grade elementary school class of a private school in the interior of the State of São Paulo from the study of the freezing of the water surface of lakes. For this, the methodological strategy chosen consisted in the launching of problematizing questions by the teacher throughout the entire investigative process. The results demonstrated that there was an increasing movement of the cognitive levels presented in the students' responses. Initially, they started from established situations and, in the end, elaborated more complete answers, seeking to rescue the concepts and the discussions in order to improve their explanations. In this sense, it should be emphasized that the teaching and learning process through high-order cognitive skills is desirable, but the

teaching strategies and evaluation methods chosen by the teacher need to be aligned for this purpose.

Key words: cognitive skills, investigative activity, science teaching.

A problematização no ensino investigativo e o desenvolvimento de habilidades cognitivas

Historicamente, a educação acompanha as modificações que ocorrem na sociedade, consoante aos processos políticos e filosóficos de cada período e, no ensino de ciências, não é diferente (CARVALHO, 2013; ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

A ênfase dada ao ensino por memorização de conceitos, fórmulas e leis dificulta sua relação com situações do cotidiano e da realidade dos estudantes (CARVALHO, 2013; WILSEK e TOSIN, 2011). Em contrapartida, o ensino por investigação, apesar de não possuir uma unidade de definição e formato, de acordo com pesquisadores como Azevedo (2015), Munford e Lima (2007), Silva Júnior e Coelho, (2015), Zômpero e Laburú (2011) é considerado uma estratégia que visa favorecer a autonomia e o protagonismo do estudante na medida em que promove sua participação ativa.

As atividades voltadas para a resolução de problemas podem ter diferentes configurações de acordo com a intencionalidade do professor. Nestas, os alunos são colocados em processos investigativos, envolvem-se com a aprendizagem, levantam hipóteses, analisam evidências e comunicam os resultados (SÁ *et al.*, 2007).

Nesse sentido, essas atividades podem se tornar mais eficazes a partir de perguntas significativas, em situações desafiadoras, que estão ao alcance de sua resolução pelos estudantes (PERRENOUD, 2000). Sendo assim, é muito importante que as questões, elaboradas para guiar os estudantes no processo de busca por uma resposta, sejam verdadeiras. Segundo Campos e Nigro (1999), os problemas verdadeiros são chamados de abertos, enquanto que os falsos são identificados como fechados. Por isso, o tipo de interação e de abordagem comunicativa que se estabelece entre o professor e os estudantes em sala de aula é muito importante (MORTIMER e SCOTT, 2002).

Azevedo (2015, p. 21) destaca que, para uma atividade experimental estar baseada no ensino por investigação, “a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico”.

Assim, se uma aula experimental for organizada de forma a colocar o aluno diante de uma situação problema e estiver direcionada para a resolução deste problema, poderá contribuir para o aluno raciocinar sobre a situação e apresentar argumentos na tentativa de analisar os dados e apresentar uma conclusão plausível. Se o estudante tiver a oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, ele poderá ser capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo sobre os fenômenos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos de uma aula experimental que privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e de raciocínio lógico. (SUART, 2008, p. 11)

Outros autores como Fernandes e Silva (2004), Hofstein *et al.* (2005), Silva Júnior e Coelho, (2015), Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) e Domin (1999) também ressaltam que as atividades experimentais podem se tornar mais efetivas quando combinadas com estratégias que ampliem seu caráter verificacionista.

No que se refere ao desenvolvimento de habilidades cognitivas nos estudantes, autores como Caldeira (2005), Suart e Marcondes (2008), Zômpero et al (2015) têm destacado sua importância. Dentre elas, podemos citar a observação, a descrição, a identificação, a comparação, a coleta, a interpretação de dados bem como a sistematização em registros.

De acordo com Zoller (1993), quando um aluno resolve um problema pode fazer uso de diferentes estratégias que podem ser categorizadas em dois grupos:

- 1) habilidades de ordem cognitiva alta, definidas como HOCS (*Higher Order Cognitive Skills*) que abrangem as capacidades de formular questões, solucionar problemas e tomar decisões, além do desenvolvimento de um sistema de pensamento crítico;
- 2) habilidades cognitivas de ordem baixa, LOCS (*Lower Order Cognitive Skills*), caracterizadas por capacidades como a de conhecer, de relembrar uma informação ou de aplicar conhecimento ou algoritmos memorizados em situações familiares ou em resolução de exercícios.

Portanto, para a resolução de um problema ou para a compreensão de conceitos, o estudante pode necessitar de diferentes níveis de “demandas cognitivas que se manifestam em processos mais complexos como reflexão e análise; ou, mais simples como memorização e aplicação de algoritmos” (SUART e MARCONDES, 2009, p. 54).

Diante desse contexto, a seguinte questão de pesquisa foi elaborada: quais habilidades cognitivas podem ser desenvolvidas pelos estudantes do 6º ano do ensino fundamental a partir do estudo do congelamento superficial da água de lagos?

Assim, neste trabalho tivemos como objetivo identificar e analisar as habilidades cognitivas desenvolvidas nos estudantes do Ensino Fundamental, relacionando às perguntas lançadas pela professora, diante de atividades investigativas referentes ao congelamento superficial da água de lagos.

Metodologia

A investigação do fenômeno (questão de pesquisa) foi realizada a partir da metodologia do tipo qualitativa (ALVES-MAZZOTTI, A. J. e GEWANDSZNAJDER, 1999), pois tem por base imergir no mundo dos sujeitos observados, tentando entender o comportamento real dos informantes, suas próprias situações e como constroem a realidade em que atuam.

Para a coleta de dados, utilizamos instrumentos de registro oral (gravação em áudio e vídeo), escrito e fotografias de todo o processo de execução das atividades investigativas. Cabe destacar que a professora solicitou autorização para os pais dos estudantes da escola para realizar as gravações e utilizar os registros para a pesquisa.

As atividades investigativas sobre o congelamento superficial da água de lagos foram construídas e executadas pela pesquisadora que é professora de uma turma de 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola particular do interior do Estado de São Paulo, junto a 23 estudantes, e se compuseram de três momentos: contextualização, experimentação e finalização. Os estudantes elaboraram argumentos pautados nesses momentos, defendendo ou refutando-os.

Durante a contextualização, os estudantes foram instruídos a assistir a um vídeo¹ que mostra um gato caminhando na superfície congelada de um lago, tentando (sem sucesso) capturar os peixes que ali nadam. A partir dessa situação, foram estimulados a responder as seguintes questões (em grupos) elaboradas: **Página 3 de 9** este vídeo nos mostra? Quais as condições do ambiente (temperatura, por exemplo) para que isso ocorra? Como você explica o

¹Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=P4xPVuK1fGY>>. Acessado em: 15 dez. 2016.

que está ocorrendo? Por que apenas a superfície da água está congelada? O peso da água nos estados líquido e sólido são iguais? Justifique.

Utilizando as hipóteses lançadas pelos estudantes na contextualização, em um segundo momento, elaboramos uma atividade experimental do tipo investigativa, realizada em uma aula de 100 minutos, composta por dois procedimentos, a saber:

- 1) investigar a temperatura de congelamento da água: introdução de um tubo de ensaio (contendo água e um termômetro) em uma mistura de água e sal de cozinha². Cada grupo analisou o processo de derretimento parcial do gelo em contato com o sal, a diminuição da temperatura da água seguida de seu congelamento e a consequente estabilização da temperatura indicada no termômetro.
- 2) investigar o peso da água nos estados físicos sólido e líquido: utilização de uma balança de pratos onde foram colocados copos plásticos de mesmo volume, sendo num deles água no estado líquido e no outro, sólido. Cada grupo observou a movimentação dos pratos da balança até sua estabilização.

No decorrer desta etapa, os estudantes efetuaram os procedimentos, discutiram, compararam e registraram suas hipóteses e resultados. Também responderam questões relacionadas aos resultados dos experimentos, como: Qual será a temperatura em que a água se transforma em gelo? Água sólida e líquida tem o mesmo peso?

O terceiro e último momento da atividade teve como objetivo articular os dois anteriores e favorecer o entendimento, pela professora, do processo de aprendizagem pelos estudantes. Consistiu em uma socialização dos registros e elaboração de uma resposta (grupal) à seguinte questão: Por que o gato não conseguiu pegar os peixes?

Os argumentos construídos pelos estudantes durante os três momentos (contextualização, experimentação e finalização) foram tabulados numa planilha Excel a fim de relacionar as respostas dadas por eles e as perguntas elaboradas pela professora. Para a compreensão das habilidades cognitivas que os estudantes apresentaram ao longo das atividades, utilizamos o instrumento adaptado por Suart e Marcondes (2009, p. 58) de Shepardson e Pizzini (1991) que categoriza, em níveis, as questões propostas pelo professor. A classificação compreende três níveis de cognição das questões propostas para os alunos:

- P1: requer que o estudante somente recorde uma informação partindo dos dados obtidos.
- P2: requer que o estudante desenvolva atividades como sequenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema;
- P3: requer que o estudante utilize os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.

As categorias para a análise do nível cognitivo das respostas dos estudantes variam de N1 a N5 de acordo com os pressupostos de Zoller (1993, 2001). Assim, N1 refere-se ao uso de dados algorítmicos com pouco ou nenhum raciocínio lógico para sua resolução. Já N2 e N3 são identificadas como habilidades cognitivas de ordem baixa (LOCS): o aluno reconhece a situação problemática, mas não identifica variáveis (N2) ou explica a resolução de um problema utilizando conceitos já conhecidos, identifica e estabelece processos de controle para a seleção das informações (N3). Nesse sentido, N3 pode ser entendido como uma fase de transição para o N4, já categorizado como nível de habilidade de ordem cognitiva alta (HOCS), pois os alunos começam a estabelecer processos de controle para a resolução do problema, exigindo tomada

²Disponível em: <<http://cdcc.usp.br/livros/2009-EnsinoCienciasInvestigacao.pdf>>, páginas 71 e 72. Acessado em 02 jan 2017.

de decisões, pensamento crítico e avaliativo. Por fim, temos o N5 de maior complexidade, pois nele o aluno consegue abstrair os estudos e conceitos para uso em outros contextos.

Análise e discussão dos dados

Inicialmente elaboramos a Tabela 1 que permitiu analisar os níveis cognitivos das perguntas lançadas pela professora (análise horizontal) e o total de questões em cada etapa da atividade investigativa (análise vertical), conforme segue.

Etapas Nível	Momentos da atividade investigativa			Total	
	Contextualização	Experimentação	Finalização		
P1	1	1	-	2	25,0%
P2	2	-	-	2	25,0%
P3	2	1	1	4	50,0%
Total parcial	5	2	1	8	100,0%
Frequência	62,5%	25,0%	12,5		

Tabela 1: Nível de cognição das perguntas propostas pela professora aos alunos

De modo geral, a partir de uma análise horizontal, é possível verificar a intencionalidade da professora no lançamento de um maior número de questões do nível P3 (50%) como por exemplo: Como você explica o que está ocorrendo? Porque o gato não conseguiu pegar nenhum peixe? De acordo com Suart e Marcondes (2009) questões deste nível visam estimular nos estudantes raciocínios mais elaborados, com respostas que ultrapassem a simples aplicação de um conceito ou relembrar um dado.

Mortimer e Scott (2002) ressaltam o interesse no processo de significação nas aulas de ciências e apontam para a importância “sobre a forma como os significados e entendimentos são desenvolvidos no contexto social da sala de aula” (p. 284), afirmando que na aprendizagem, o estudante não apenas substitui uma concepção anterior por novos conceitos, mas desenvolve crescimento mútuo nas interações discursivas que ocorrem durante o encontro de diferentes concepções culturais.

As questões dos níveis P1 e P2 foram lançadas como norteadoras, com a intencionalidade de contextualizar a problematização e dar foco ao raciocínio utilizado para sua resolução. Como exemplos temos:

- O que este vídeo nos mostra?
- Quais as condições do ambiente (temperatura, por exemplo) para que isso ocorra?
- O peso da água nos estados líquido e sólido são iguais? Justifique.

Não menos importantes, estas perguntas ressaltam a importância de se conhecer as concepções dos estudantes na aprendizagem de conceitos e teorias, pois “é de fundamental importância para que se estabeleçam ligações entre o que se pretende ensinar e o que o aluno já conhece” (SOUZA *et al.*, 2013, p. 31).

Verticalmente, analisando cada um dos momentos, podemos inferir que o número de questões decresce de acordo com o suceder das atividades, o que nos permite afirmar que a atuação da professora foi mais intensa nos momentos iniciais e que, conforme os estudantes se familiarizaram com a problemática, passaram a ter um protagonismo maior, deixando para a professora o papel de mediadora do conhecimento (SUART e MARCONDES, 2009 e WILSEK e TOSIN, 2011).

Já na Tabela 2 apresentada a seguir analisamos as frequências dos níveis de cognição nas respostas dadas pelos estudantes (análise horizontal) e verticalmente, o total de respostas em cada momento da atividade investigativa. Para fins de ilustração e esclarecimento, as respostas apresentadas pelos 10 grupos participantes foram nomeadas pela letra G, acompanhadas do numeral correspondente (1 a 10).

Etapas Nível	Momentos da atividade investigativa			Total	
	Contextualização	Experimentação	Finalização		
N1	10	-	-	10	12,8%
N2	20	-	-	20	25,6%
N3	18	16	-	34	43,6%
N4	-	4	10	14	18,0%
N5	-	-	-	-	-
Total parcial	48	20	10	78	100,0%
Frequência	61,6%	25,6%	12,8%		

Tabela 2: Nível de cognição de acordo com as respostas elaboradas pelos alunos

A partir de uma análise horizontal, podemos identificar que as respostas categorizadas por N1 e N2 estão concentradas no momento da contextualização, mostrando um esforço dos estudantes em apenas buscar uma resposta para a problemática, conforme exemplos:

- O vídeo mostra um gato tentando pegar os peixes em um lago congelado. (G 6)
- A superfície da água passou da forma líquida para a sólida, isso se chama solidificação. (G 2)
- A temperatura climática do lugar discutido, é fria e úmida. (G 5)

Ainda horizontalmente, esta tabela evidencia que respostas de níveis cognitivos N3 e N4 aparecem em todos os momentos da atividade investigativa, correspondendo 61,6% do total, conforme excertos:

- Porque quando a superfície da água congelou o resto da água não estava mais em contato com o ar frio. (G 4)
- A camada de gelo funciona como um cobertor, impedindo que a água mais profunda congele. (G 10)
- Não. Pois o gelo é menos pesado que a água. Caso contrário o gelo se afundaria. (G 6)
- Não, o gelo é mais leve pois as bolhas de ar ficam espalhadas no gelo. (G 2)

- A líquida é mais pesada pois o sólido tem mais ar. (G 7)

Esses dados indicam o favorecimento de uma fase de transição em que os alunos começam a estabelecer caminhos para a resolução do problema, exigindo tomada de decisões e pensamento crítico e avaliativo (N3), mas também apresentando respostas (N4) que envolvem “elaboração de hipóteses, análise de variáveis e relações causais, ou seja, pensamentos mais complexos para a resolução de um problema” (SUART e MARCONDES, 2009, p. 59).

Também verticalmente, destaca-se a presença destes dois níveis, N3 e N4, nos três momentos. Acreditamos que essa situação foi impulsionada pelo fato de que os experimentos propiciaram o desenvolvimento da capacidade de refletir sobre os fenômenos e articular com os conhecimentos anteriores. Já a finalização favoreceu a capacidade da escrita, pois o estudante precisou argumentar e tomar uma decisão e/ou conclusão frente ao problema proposto (Por que o gato não conseguiu pegar os peixes?), conforme excertos:

- Pois a superfície do lago estava congelada mesmo o fundo estando líquido, pois a água é mais densa que o gelo por isso ela (a água) fica somente abaixo da superfície. (G 5)
- Pois com a superfície da água congelada o gato não chegou até os peixes e conseqüentemente, não conseguiu pegá-los. O gelo da superfície agiu como isolante térmico, e não permitiu que o resto da água congele, e para que a superfície congele a temperatura tem que estar abaixo de 0°C. (G 8)
- O gato não conseguiu pegar o peixe porque a superfície congelada da água protegia os peixes impedindo que o gato chegasse até os peixes pois a superfície estava no estado sólido e era impossível o gato passar por ela. (G 2)

Concordamos com Suart e Marcondes (2009), quando apontam que o nível cognitivo N3 pode ser considerado tanto LOCS como HOCS, pois além de utilizar dados e conceitos memorísticos, faz uso de processos que se aproximam do nível N4, como a elaboração de hipóteses e pensamento avaliativo. No caso desta pesquisa, não identificamos nenhuma resposta de nível cognitivo N5 na qual se considera que o aluno consegue ultrapassar a situação analisada e a transporta para outros contextos.

Conclusões

De acordo com a análise dos resultados podemos afirmar que a problematização ao longo das atividades investigativas envolvendo questões verdadeiras (abertas), associada a uma abordagem comunicativa dialógica, favoreceu com que os estudantes se sentissem motivados a participar de forma mais ativa, já que sua opinião foi considerada.

Também constatamos um direcionamento ascendente nos níveis cognitivos apresentados nas respostas dos estudantes em cada etapa da atividade investigativa. Conceitos e situações conhecidas são transpostos de acordo com o aumento da exigência requerida pelas perguntas norteadoras lançadas pela professora. No final, transformaram-se em respostas mais completas, elaboradas a partir da interface entre as concepções iniciais e os conceitos apreendidos, no sentido de confirmar ou refutar as hipóteses indicadas inicialmente.

É conveniente destacar a importância da formação continuada do professor, que busca atualizar as concepções e conceitos que regem suas ações em sala de aula, buscando refletir sobre sua *práxis* no sentido de almejar um maior, melhor e mais prazeroso aprendizado para o estudante.

Uma possível implicação desta pesquisa para a área de Educação em Ciências consiste em considerar que o processo de ensino e aprendizagem por meio de habilidades cognitivas de

ordem alta é desejável, porém as estratégias de ensino e os métodos de avaliação escolhidos pelo professor precisam ser alinhados a esse fim.

Agradecimentos

Ao colégio e aos participantes pela colaboração com a pesquisa e ao PPGPE/UFSCar.

Referências

- ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O Método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2ª ed. São Paulo: Pioneira, 1999. 203p.
- AZEVEDO, M.C.P.S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. Anna Maria Pessoa de Carvalho (Org). 1º ed. São Paulo. Cengage Learning, 2015.
- CAMPOS, M. C. C e NIGRO, R. G. **Didática de Ciências: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD. 1999. 192p.
- CARVALHO, A.M.P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino Investigativas. In: _____. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1º ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.
- DOMIN, D.S. A content analysis of general chemistry laboratory manuals for evidence os higher-order cognitive tasks. **Journal of Chemical Education**, 76 (1), p. 109-111, 1999.
- FERNANDES, M.M; SILVA, M.H.S. O trabalho experimental de investigação: das expectativas dos alunos às potencialidades no desenvolvimento de competências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 4 (1), p.45-58, 2004.
- HOFSTEIN, A.; NAVON, O.; KIPNIS, Mira; MAMLOK-NAAMAN, R. Developing Students' Ability to Ask More and Better Questions Resulting from Inquiry-Type Chemistry Laboratories. **Journal of Research in Science Teaching**, 42 (7), p. 791- 806, 2005.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P.; BROCO, P. Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação em ensino de ciências. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 139-159, 2015.
- MORTIMER, E. F. E SCOTT, P. Atividades discursivas nas salas de aulas de ciências: uma ferramenta sócio-cultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações no Ensino de Ciências**, 7 (3), 283-306, 2002
- MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 72-89, 2007.
- PERRENOUD, P. **10 Novas Competências para Ensinar**. Porto Alegre: Artmed. 2000. 192p.
- SÁ, E. F. de, PAULA, H. de F, LIMA, M. E. C.; AGUIAR, O. G. de. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 6, Florianópolis, SC, **Atas**, 2007.
- SHEPARDSON, D.P.; PIZZINI, E.L. Questioning levels of Junior high school science textbook and their implications for learning textual information. **Science Education**, 75 (6), 673-688, 1991.

SILVA JÚNIOR, J. M. COELHO, G. R. A aquisição de conceitos, atitudes e procedimentos de alunos de ensino médio em uma atividade investigativa sobre o tema Efeito Fotoelétrico. In: **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**, Águas de Lindóia, SP, 2015.

SOUZA, F. L., AKAHOSHI, L.H., MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. Cetec capacitações: Projeto de formação continuada de professores da educação profissional do Programa Brasil Profissionalizado – Centro Paula Souza - Setec/MEC, 2013. p. 90.

SUART, R. C. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas**. 2008. 218 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, USP, São Paulo, 2008.

SUART, R. C. MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Revista Ciências e Cognição**, v.14, p. 50-74, 2009.

WILSEK, M. A. G.; TOSIN, J. A. P. Ensinar e Aprender Ciências no Ensino Fundamental com Atividades Investigativas através da Resolução de Problemas. In: PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL. **O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense**: Cadernos PDE. Curitiba: SEED, 2011. p. 02-45.

ZOLLER, U. Are lecture and learning: are they compatible? Maybe for LOCS; unlikely for HOCS. **J. Chemical Ed.**, 70 (3), 195-197, 1993.

ZOLLER, U. Alternative assesment as (critical) means of facilitating HOCS-Promoting teaching and learning in Chemistry Education. **Chemistry Ed. Res. Practice Europe**, 2 (1), 9-17, 2001.

ZÔMPERO, A. F, LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 03, p. 67-80, 2011.

APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO (TCLE)**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE
(Resolução 466/2012 do CNS)****A CONSTRUÇÃO DE ARGUMENTOS EM ATIVIDADES INVESTIGATIVAS: A
IMPORTÂNCIA DAS FOLHAS PARA AS PLANTAS E O AMBIENTE**

Eu, CLÁUDIA ROBERTA KÜLL, estudante do Programa de Pós Graduação Profissional em Educação da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar o (a) convido seu (a) filho (a) a participar da pesquisa “A construção de argumentos em atividades investigativas: a importância das folhas para as plantas” orientada pela Prof^a Dr^a DULCIMEIRE AP. VOLANTE ZANON.

A proposta desse estudo consiste em realizar atividades baseando-se em uma metodologia investigativa, que segundo Suart e Marcondes (2009), deve priorizar a participação do aluno de maneira ativa dentro do processo de aprendizagem, e para tal, este aluno deve se encontrar diante de um problema e buscar solucioná-lo, sempre com a mediação do professor.

Seu (a) filho (a) foi selecionado(a) por ser aluno de 7º ano do Ensino Fundamental do Colégio Interativo localizado na cidade de São Carlos/SP, cidade onde o estudo será realizado.

Os termos e atividades relacionados a essa pesquisa foram previamente discutidos e esclarecidos com os alunos, que, tiveram a liberdade de escolha de participar ou não da mesma. Isso se oficializou através da leitura do Termo de Assentimento Livre Esclarecido - TALE.

Durante as atividades, primeiramente ele será convidado a participar de uma problematização envolvendo as características das folhas de plantas, e posteriormente, a participar de atividades planejadas, juntamente com os outros alunos da turma.

A primeira parte será realizada em grupos, pelos alunos, no ambiente virtual de aprendizagem (AVA) da disciplina, sendo dada importância para a identificação de suas concepções prévias sobre a situação problematizada. As perguntas não serão invasivas à intimidade dos participantes; entretanto, esclareço que a participação na pesquisa pode gerar

estresse e desconforto como resultado da exposição de opiniões pessoais em responder perguntas e também constrangimento e intimidação, pelo fato de a pesquisadora atuar como professora em sala de aula. Diante dessas situações, os participantes terão a liberdade de não responder as perguntas quando a considerarem constrangedoras. Serão retomados nessa situação os objetivos a que esse trabalho se propõe e os possíveis benefícios que a pesquisa possa trazer.

Solicito, assim, sua autorização para gravação em áudio das discussões e atividades realizadas em sala de aula bem como da análise dos registros escritos sobre as características das folhas de plantas. Acreditamos que poderá haver algum tipo de constrangimento por parte dos alunos pelo uso desse equipamento. Avaliaremos e revisaremos de modo permanente os procedimentos de pesquisa de modo a minimizar os efeitos adversos.

Sua participação nessa pesquisa auxiliará na obtenção de dados que serão utilizados para fins científicos, proporcionando maiores informações e discussões que poderão trazer benefícios para a área da Educação, e para a construção de novos conhecimentos. A pesquisadora realizará o acompanhamento de todos os procedimentos e atividades desenvolvidas durante o trabalho.

A participação é voluntária e não haverá compensação em dinheiro pela sua participação. A qualquer momento, o (a) aluno (a) poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa ou desistência não lhe trará nenhum prejuízo em sua relação com o professor, à escola ou à Universidade Federal de São Carlos.

Todas as informações obtidas através da pesquisa serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre a participação em todas as etapas do estudo. Caso haja menção a nomes, a eles serão atribuídas letras, com garantia de anonimato nos resultados e publicações, impossibilitando sua identificação.

Você, responsável pela criança, receberá uma via deste termo, onde consta o telefone e o endereço de contato. Você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e participação agora ou a qualquer momento.

Se houver qualquer problema ou dúvida durante a participação na pesquisa, você poderá comunicar-se com a pesquisadora principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da participação de meu (minha) filho (a) na pesquisa e o autorizo a participar. A pesquisadora me informou que o projeto foi

aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP – Brasil. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: cephumanos@ufscar.br

Endereço para contato (24 horas por dia e sete dias por semana):

Pesquisadora Responsável: CLÁUDIA ROBERTA KÜLL

Endereço: Rua Major José Inácio, 1661 São Carlos/SP.

Contato telefônico: (016) 3372-1019 e-mail: claudia@interativo.com.br

Local e data: São Carlos, 05 de abril de 2017.

Cláudia Roberta Küll



Nome da Pesquisadora

Assinatura da Pesquisadora

Nome do Responsável

Assinatura do Responsável

APÊNDICE E – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO (TALE)**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO****Termo de Assentimento livre e esclarecido- TALE**

A CONSTRUÇÃO DE ARGUMENTOS EM ATIVIDADES INVESTIGATIVAS: A IMPORTÂNCIA DAS FOLHAS PARA AS PLANTAS E O AMBIENTE

Eu, CLÁUDIA ROBERTA KÜLL, estudante do Programa de Pós-Graduação Profissional em Educação da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar o (a) convido a participar da pesquisa “A construção de argumentos em atividades investigativas: a importância das folhas para as plantas” orientada pela Prof^ª Dr^ª DULCIMEIRE AP. VOLANTE ZANON.

Você está sendo convidado para participar da pesquisa: “A construção de argumentos em atividades investigativas: a importância das folhas para as plantas” por ser aluno do 7º ano do Colégio Interativo. Sua participação não é obrigatória.

Caso aceite o convite, sua participação consistirá em realizar atividades, no próprio horário de sala de aula, de acordo com o programa curricular da escola.

Primeiramente você será convidado a participar de uma problematização envolvendo as características das folhas de plantas, e posteriormente, a participar de atividades planejadas, juntamente com os outros alunos da turma.

A primeira parte será realizada em grupos, no ambiente virtual de aprendizagem (AVA) da disciplina, sendo dada importância para a identificação de suas concepções prévias sobre a situação problematizada. As perguntas não serão invasivas à sua intimidade; entretanto, esclareço que a participação na pesquisa pode gerar estresse e desconforto como resultado da exposição de opiniões pessoais em responder perguntas e também constrangimento e intimidação, pelo fato de a pesquisadora atuar como professora em sala de aula. Diante dessas situações, vocês terão a liberdade de não responder as perguntas quando a considerarem constrangedoras. Serão retomados nessa situação os objetivos a que esse trabalho se propõe e os possíveis benefícios que a pesquisa possa trazer.

As atividades serão registradas no formato escrito, sendo algumas delas filmadas (vídeo) e gravadas (áudio), mas manteremos em sigilo as imagens e gravações bem como o anonimato de todos vocês. Caso sinta-se constrangido pelo uso desses equipamentos ou ainda, durante os

momentos em que apresentar as atividades realizadas, iremos avaliar nossa conduta e reconduzir os procedimentos de pesquisa de modo a minimizar quaisquer desconfortos.

A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento sem que haja prejuízo em sua média trimestral ou qualquer tipo de distinção em detrimento dos outros alunos participantes da pesquisa. Além disso, sua participação não acarretará nenhuma despesa.

Eu, _____, portador do RG _____, após leitura minuciosa das informações acima, declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Endereço para contato (24 horas por dia e sete dias por semana):

Pesquisadora Responsável: CLÁUDIA ROBERTA KÜLL

Endereço: Rua Major José Inácio, 1661 São Carlos/SP.

Contato telefônico: (016) 3372-1019 e-mail: claudia@interativo.com.br

Local e data: São Carlos, 05 de abril de 2017.

Cláudia Roberta Küll

Nome da Pesquisadora

Nome do Participante



Assinatura da Pesquisadora

Assinatura do Participante

APÊNDICE F – APRESENTAÇÃO AUDIOVISUAL SISTEMATIZADORA DA SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA

Estudo da vegetação

Prof. Cláudia

1ª Atividade

Animações:

- [1- Rios voadores](#)
- [2- Wall-e \(1\)](#)
- [3- Wall-3 \(2\)](#)

1ª Atividade

O que os vídeos nos mostram?

Quais as funções das folhas neste vídeo?

Como é cada ambiente mostrado?

Quais seriam suas sensações em cada ambiente?

Responder às questões com seu grupo de lab e postar no AVA, até dia 30/03

AULA 03: ATIVIDADE 1

2ª Atividade

O que sabemos?

O que vocês esperam encontrar nesse ambiente?

Como serão as plantas desse ambiente?

Quais serão suas sensações dentro e fora do ambiente?

Responder às questões com seu grupo de lab e anotar no caderno.

3ª Atividade

Visita às praças

Preencher a ficha de campo

Fotografar uma área das duas praças

3ª Atividade

Como é o ambiente visitado?

Quais são suas sensações dentro e fora do ambiente?

Como são as plantas desse ambiente?

Em qual ambiente há mais árvores?

Onde as árvores estão mais próximas?

Onde as árvores são mais altas? E mais baixas?

Quais são as principais diferenças entre a vegetação dos ambientes estudados?

Responder às questões com seu grupo de lab e postar no AVA, até dia 01/04

AULA 03: ATIVIDADE 2

4ª Atividade:



4ª Atividade:



4ª Atividade:



4ª Atividade:



4ª Atividade:



4ª Atividade:



4ª Atividade:



4ª Atividade:



4ª Atividade:



4ª Atividade:



4ª Atividade

Roda de conversa



4ª Atividade

Roda de conversa



4ª Atividade

O que as fotos representam para vocês?

Quais são suas sensações dentro e fora do ambiente estudado?

5ª Atividade

Lab
12/04: turma A
19/04: turma B

5ª Atividade

Turma A
Resultados e Conclusões

Turma B
Resultados e Conclusões

6ª Atividade

Qual a importância das folhas para a planta e o ambiente?

Responder a questão com seu grupo de lab e postar no AVA, até dia 24/04

AULA 03: ATIVIDADE FINAL

APÊNDICE G – PLATAFORMA EDUCACIONAL DIGITAL DA DISCIPLINA DE LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS.

Interativo Colégio Interativo - Idioma - Você ainda não se identificou (Acesso)

Atividades Avaliativas

Avisos Importantes:



**Não deixe para a última hora!
Verifique semanalmente as atividades do AVA**

ACESSO

Nome de usuário

Senha

Lembrar usuário

[Acesso](#) [Perdeu a senha?](#)

MENU PRINCIPAL

[Novidades](#)

Cursos disponíveis

- teste2017
- Laboratório de informática - 8º ano

Professor: Simone
Professor: Andreza
Professor: Junior
Professor: Vania
- Laboratório de informática - 7º ano

Professor: Simone
Professor: Andreza
Professor: Junior
Professor: Vania
- Laboratório de Informática - 6º ano

Professor: Simone
Professor: Andreza
Professor: Junior
Professor: Vania

Aula 03: Processos dos vegetais

METABOLISMO VEGETAL

 **Objetivos**

Fundamentação Teórica

Caros alunos:

Segue abaixo alguns textos de conteúdos interessantes sobre o tema processos vegetais. Leiam, comentem suas opiniões no nosso fórum e tirem suas dúvidas.

-  Texto 01: Fotossíntese - parte 1
-  Texto 02: Fotossíntese - parte 2

Conteúdo Multimídia

Caros alunos:

Segue abaixo alguns links com vídeos interessantes sobre o tema transpiração vegetal. Assistam e comentem suas opiniões no nosso fórum.

-  Vídeo 01: Estômatos e transpiração
-  Vídeo 02: Transpiração vegetal
-  Roteiro da Prática
-  Verificação de aprendizagem - Aula 03
-  Atividade 1 (responder até dia 30/03)
-  Atividade 2 (responder e enviar as fotos até 02/04)
-  Atividade Final

APÊNDICE H – ROTEIRO UTILIZADO DURANTE A VISITA ÀS PRAÇAS.

Praça Paulino Botelho	Data:	Horário:	
Choveu nas 24h que antecederam a visita?	() sim () não	() ensolarado () chovendo	
Tempo :	() nublado		
Descrição geral da área (solo, vegetação, água, animais, construções):			
Lixo:			
Temperatura (°C)	Borda:	Interior:	
Umidade (%)	Interior:	Fora da área:	
Luminosidade (baixa/média/alta)	Borda:	Interior:	
Descrição dos sons ouvidos:	Borda:		
	Interior:		
Sensações dentro da área:			
Sensações ao sair da área:			
Descrição geral da vegetação :	Ambiente 1	Ambiente 2	
Circunferência média dos indivíduos (cm)			
Distância média entre as árvores (cm)			
Média da altura das árvores (cm)			
Média da altura dos arbustos (cm)			
Média da altura das herbáceas (cm)			
Outras observações e comentários:			

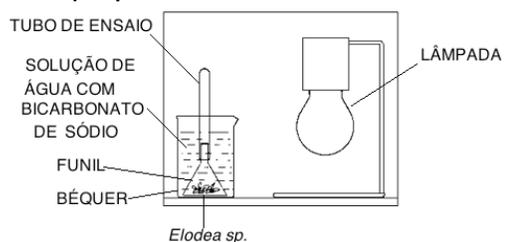
APÊNDICE I – ROTEIRO DO EXPERIMENTO INVESTIGATIVO

Metabolismo dos vegetais
7º ano - Professora Cláudia

QUAL FUNÇÃO DAS FOLHAS EM CADA UM DOS EXPERIMENTOS?

Hipóteses: _____

A) Experimento 1:



CARACTERÍSTICAS DA PLANTA (DESCRIÇÃO):
RESULTADOS:
CONCLUSÕES:

B) Experimento 2:



CARACTERÍSTICAS DA PLANTA (DESCRIÇÃO):
RESULTADOS:
CONCLUSÕES:

C) Experimento 3:



CARACTERÍSTICAS DA PLANTA (DESCRIÇÃO):
RESULTADOS:
CONCLUSÕES:

APÊNDICE J – TABULAÇÃO DAS PERGUNTAS E RESPOSTAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Atividade 1: Sensibilização		Categorização
PERGUNTA	1- O que os vídeos nos mostram?	<u>P1</u>
GRUPO 1		
Vídeo 1	mostra o ciclo da água.	<u>N2</u>
Vídeo 2	mostra um robzinho que vive em lugar cheio de lixo, com as sucatas que ele acha ele faz blocos	<u>N1</u>
Vídeo 3	O wall-e acha uma geladeira e corta ela ao meio, dentro dela há uma plantinha	<u>N1</u>
GRUPO 2		
Vídeo 1	Mostra o Brasil e o ciclo da água	<u>N2</u>
Vídeo 2	Mostra uma cidade com muita poluição e um robô reciclando	<u>N1</u>
Vídeo 3	mostra a mesma cidade que o segundo vídeo, mas com 1 planta	<u>N1</u>
GRUPO 3		
Vídeo 1	Basicamente o ciclo da água.	<u>N2</u>
Vídeo 2	Nos mostra a poluição, um lugar sem árvores.	<u>N1</u>
Vídeo 3	Mostra Wall-e fazendo uma "Reciclagem", e logo após, no meio de tanto lixo, ele encontra uma pequena planta.	<u>N1</u>
GRUPO 4		
Vídeo 1	R: mostra o ciclo da água	<u>N2</u>
Vídeo 2	R: o planeta todo destruído e poluído cheio de lixo espacial, um robô.	<u>N1</u>
Vídeo 3	R: um robô trabalhando coletando lixo e empilhando até que acha uma planta	<u>N1</u>
GRUPO 5		
Vídeo 1	Mostra um continente, a evaporação da água, a formação das nuvens e o percurso das nuvens	<u>N2</u>
Vídeo 2	Mostra a introdução do filme Wall-e, muito lixo, um robô velho e uma barata	<u>N1</u>
Vídeo 3	Mostra um pequeno trecho do filme Wall-e, também muito lixo e um robô, mas também mostra uma plantinha pequena	<u>N1</u>
GRUPO 6		
Vídeo 1	O ambiente mostrado no vídeo é montanhoso em certas regiões, arborizado em outras, úmido e com chuvas em todas as regiões mostradas.	<u>N2</u>
Vídeo 2	O planeta Terra coberto de lixo e sujeira e os únicos sobreviventes são um robô e uma barata.	<u>N1</u>
Vídeo 3	O planeta Terra coberto de lixo e sujeira e o Wall-e trabalhando/tendo um dia de trabalho.	<u>N1</u>
GRUPO 7		
Vídeo 1	Mostra o ciclo da água dá natureza.	<u>N2</u>
Vídeo 2	O vídeo mostra uma cidade sem vida é muito poluída com apenas uma barata e um robô.	<u>N1</u>
Vídeo 3	O vídeo mostra o robô escolhendo coisas abandonadas que seria útil para o robô e numa caixa ele encontra uma plantinha.	<u>N1</u>
GRUPO 8		
Vídeo 1	O vídeo mostra o Ciclo da Água, as mudanças fazem chover e depois essa água forma outras nuvens. O vento faz as nuvens fazer um caminho parecido.	<u>N2</u>
Vídeo 2	A cidade é feita de lixo e não existe vida animal e nem vegetal.	<u>N1</u>
Vídeo 3	Mostra que uma plantinha que sobreviveu a poluição do planeta terra.	<u>N1</u>
GRUPO 9		
Vídeo 1	mostra a chuva molhando as árvores	<u>N2</u>
Vídeo 2	mostra o Wall-e limpando o lixo das pessoas do planeta terra	<u>N1</u>
Vídeo 3	quando ele acha uma plantinha na geladeira	<u>N1</u>
Legenda:		
Vídeo 1	Rios Voadores	
Vídeo 2	Wall-e trecho 1	
Vídeo 3	Wall-e trecho 2	

ANEXOS

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA e PESQUISA

UFSCAR - UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SÃO CARLOS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A construção de argumentos em atividades investigativas: a importância das folhas para as plantas

Pesquisador: CLAUDIA ROBERTA KULL

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 63576316.3.0000.5504

Instituição Proponente: CECH - Centro de Educação e Ciências Humanas

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.060.513

Apresentação do Projeto:

Uma crítica que se faz ao ensino de ciências com foco em leis, conceitos e definições é que se faz pouco uso de problematizações como recurso que permite a formação do pensamento crítico pelos alunos como consequência do desenvolvimento de habilidades cognitivas de alta ordem. Por este motivo, pretendemos desenvolver um estudo sobre a temática a importância das folhas para as plantas envolvendo atividades experimentais

investigativas junto a alunos do 7º ano do Ensino Fundamental de uma escola particular do interior do Estado de São Paulo. Essa estratégia metodológica consiste no lançamento de questões problematizadoras pelo professor ao longo de todo o processo investigativo. Pretendemos assim analisar os argumentos e o desenvolvimento de habilidades cognitivas pelos alunos.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Analisar os argumentos elaborados pelos estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental sobre as atividades investigativas realizadas.

Objetivo Secundário:

Promover um estudo sobre a temática importância das folhas para as plantas que tenham enfoque interdisciplinar, contextual e investigativo.

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br

Continuação do Parecer: 2.060.513

Analisar as hipóteses elaboradas pelos estudantes, relacioná-las aos resultados obtidos e proporcionar uma reflexão sobre a atividade científica a fim de desenvolver habilidades cognitivas de ordem alta.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios foram apresentados adequadamente.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

-

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram adequados conforme solicitado.

Recomendações:

-

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_840087.pdf	30/04/2017 13:43:41		Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	30/04/2017 13:42:59	CLAUDIA ROBERTA KULL	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_.pdf	30/04/2017 13:42:36	CLAUDIA ROBERTA KULL	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_.pdf	30/04/2017 13:42:16	CLAUDIA ROBERTA KULL	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_.pdf	12/12/2016 14:40:37	CLAUDIA ROBERTA KULL	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_preenchida.pdf	12/12/2016 14:25:38	CLAUDIA ROBERTA KULL	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoPlataformaBrasil.pdf	08/12/2016 15:23:42	CLAUDIA ROBERTA KULL	Aceito

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br

UFSCAR - UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SÃO CARLOS



Continuação do Parecer: 2.060.513

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO CARLOS, 12 de Maio de 2017

Assinado por:
Priscilla Hortense
(Coordenador)

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP **Município:** SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br