



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Doutorado em Ensino de Ciências



ANA CAROLINE GONÇALVES GOMES DOS SANTOS

**A MOBILIZAÇÃO DE FUNÇÕES PSICOLÓGICAS SUPERIORES EM ATIVIDADES
BASEADAS NO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO**

Campo Grande/MS
2021



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Doutorado em Ensino de Ciências



ANA CAROLINE GONÇALVES GOMES DOS SANTOS

**A MOBILIZAÇÃO DE FUNÇÕES PSICOLÓGICAS SUPERIORES EM ATIVIDADES
BASEADAS NO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (Área de Concentração: Ensino de Ciências Naturais) para a obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Vera de Mattos Machado

Campo Grande/MS
2021

SANTOS, A. C. G. G. A mobilização de Funções Psicológicas Superiores em atividades baseadas no Ensino por Investigação.

Tese apresentada à Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (Área de Concentração: Ensino de Ciências Naturais) para a obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Vera de Mattos Machado
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof.^a Dr.^a Anna Maria Pessoa de Carvalho
Universidade de São Paulo

Prof.^a Dr.^a Carla Busato Zandavalli
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof.^a Dr.^a Lúcia Helena Sasseron
Universidade de São Paulo

Prof.^a Dr.^a Shirley Takeco Gobara
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Airton José Vinholi Júnior
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul

Prof.^a Dr.^a Eliane Cerdas
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

Campo Grande, 28 de outubro de 2021.

*Dedico este trabalho à minha mãe,
Maria Aparecida Gonçalves de Oliveira.*

AGRADECIMENTOS

À professora Dr.^a Vera de Mattos Machado, pela paciência durante todo o processo de desenvolvimento da pesquisa e pelos momentos de aprendizagem que vem me oferecendo desde a graduação.

Aos professores membros da banca, por aceitarem participar desse momento tão especial e pelas contribuições oferecidas na qualificação, que certamente enriqueceram este trabalho e a minha formação enquanto pesquisadora.

À equipe pedagógica da Escola Municipal Professora Ana Lúcia de Oliveira Batista, que sempre me ofereceu liberdade e auxílio para trabalhar da melhor forma possível nos contextos e peculiaridades da escola.

Aos queridos alunos que participaram da pesquisa, com os quais aprendo a cada dia e que me deixam orgulhosa da minha profissão, apesar de todas as dificuldades.

RESUMO

As Funções Psicológicas Superiores (FPS) são processos cognitivos tipicamente humanos, formados durante o percurso histórico-cultural da nossa espécie. Elas estão condicionadas ao processo de internalização de significados culturalmente construídos, e quanto mais ricos são os contextos de apropriação da cultura, mais essas funções se desenvolvem, tornando o comportamento cada vez mais humanizado. A educação escolarizada, que se pauta na apreensão de conceitos científicos, pode elevar as FPS a patamares que vão além dos alcançados com a aprendizagem informal. No entanto, não são quaisquer atividades pedagógicas que propiciam as melhores condições para o desenvolvimento das formas superiores de cognição. Nesse contexto, defendemos a tese de que o Ensino por Investigação (EI) é uma abordagem didática com potencial para promover a mobilização de FPS, pois fomenta a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento e se pauta no desenvolvimento da alfabetização científica. Diante disso, a pesquisa teve o objetivo de investigar as FPS mobilizadas em atividades fundamentadas no EI, a fim de buscar respostas para o seguinte problema: *Quais Funções Psicológicas Superiores são mobilizadas durante atividades baseadas no Ensino por Investigação aplicadas a alunos do quarto ano dos anos iniciais do Ensino Fundamental?* Para tanto, elaboramos sequências didáticas (SDs) baseadas no EI que foram desenvolvidas com alunos de 4º ano dos anos iniciais do Ensino Fundamental de uma escola pública municipal de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Baseamo-nos em concepções da pesquisa do tipo intervenção pedagógica para conduzir as investigações. Dessa forma, as SDs se configuraram como o método de intervenção, o qual foi elaborado a partir das fases do ciclo investigativo presentes na literatura sobre o EI. Todas as interações e atividades desenvolvidas nas SDs foram filmadas e transcritas e, para a análise, utilizamos a Análise Microgenética fundamentada na Teoria Histórico-Cultural do desenvolvimento humano para identificar indícios de mobilização de FPS pelos alunos e a ferramenta Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI), junto a considerações sobre graus de liberdade intelectual de propostas de ensino, para avaliar as SDs quanto às características investigativas. Na análise das interações discursivas, constatamos indícios de mobilização de FPS, como pensamento, linguagem, atenção, percepção, memória, abstração, emoções e imaginação. A mobilização de tais funções esteve diretamente relacionada ao desenvolvimento de práticas características do EI, pois, a partir das análises, verificamos que atividades propostas apresentam elementos compatíveis com o EI, embora sejam necessários ajustes no planejamento e condução de algumas atividades. Apesar das limitações identificadas, verificamos que as atividades baseadas no EI permitiram a mobilização da atividade intelectual dos estudantes, pois estes participaram ativamente da construção do próprio conhecimento e socializaram modos de pensar enquanto realizavam práticas que se aproximam da cultura científica. Em face do exposto, o Ensino por Investigação pode ser considerado uma abordagem significativa para a mobilização de FPS, promovendo mudanças significativas no desenvolvimento cognitivo dos alunos.

Palavras-chaves: Ciclo Investigativo; Teoria Histórico-Cultural; Ensino de Ciências; Pesquisa do tipo Intervenção Pedagógica.

ABSTRACT

The Higher Psychological Functions (HPF) are typically human cognitive processes, formed during the historical-cultural path of our species. They are conditioned to the internalization process of culturally constructed meanings, and the richer the cultural appropriation contexts, the more these functions develop, making behavior increasingly humanized. School education, which is based on the apprehension of scientific concepts, can raise the HPF to levels that go beyond those reached with informal learning. However, it is not just any pedagogical activities that provide the best conditions for the development of higher forms of cognition. In this context, we consider Investigative Teaching (IT) an adequate didactic approach to promote the mobilization of HPF, as it encourages the active participation of students in the construction of knowledge and is based on the development of scientific literacy. Therefore, this thesis aimed to investigate the HPF that are mobilized in activities based on IT, in order to seek for answers to the following problem: *Which Higher Psychological Functions are mobilized during activities based on Investigative Teaching applied to fourth-year students of the early years of elementary school?* For that, we developed Didactic Sequences (DS) based on IT that were developed with 4th grade students from the early years of elementary school in a municipal public school in Campo Grande, Mato Grosso do Sul. We are based on research conceptions of the Pedagogical Intervention Research-type. Thus, DS were configured as the intervention method, which was elaborated from the phases of the inquiry cycle. All interactions and activities developed in the DS were filmed and transcribed and, for the analysis, we used Microgenetic Analysis based on the Historical-Cultural Theory of human development to identify evidence of HPF mobilization by students and the Diagnosis of Elements of Science Teaching tool by Investigation, along with considerations about degrees of intellectual freedom of teaching proposals, to assess DS regarding investigative characteristics. In the analysis of discursive interactions, we found evidence of HPF mobilization, such as thought, language, attention, perception, memory, abstraction, emotions and imagination. The mobilization of such functions was directly related to the development of practices that are characteristics of the IT, as, based on the analysis, we verified that the proposed activities have elements compatible with the IT, although adjustments are needed in the planning and conduct of some activities. Despite the identified limitations, we found that activities based on IT allowed the mobilization of students' intellectual activity, as they actively participated in the construction of their own knowledge and socialized ways of thinking while carrying out practices that were close to scientific culture. According to what has been explained, Investigative Teaching can be considered an appropriate approach to promote significant changes in the cognitive development of students.

Keywords: Inquiry Cycle; Cultural-Historical Theory; Science Teaching; Pedagogical Intervention Research-type.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Comparação entre atividade não mediada e mediada.....	47
Figura 2 -	Esquema da internalização das Funções Psicológicas Superiores.....	49
Figura 3 -	Localização da escola em que a pesquisa foi desenvolvida na cidade de Campo Grande (MS).....	101
Figura 4 -	Fases gerais de um ciclo investigativo.....	108
Figura 5 -	Experiência sobre a influência das plantas na erosão do solo.....	117
Figura 6 -	Terrários construídos pelos alunos na primeira atividade. À esquerda, os terrários abertos, à direita, os terrários fechados.....	118

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Trabalhos acadêmicos sobre Funções Psicológicas Superiores identificados nas bases de dados.....	38
Tabela 2 -	Trabalhos acadêmicos sobre o Ensino por Investigação identificados nas bases de dados.....	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Processos investigativos apresentados pela Base Nacional Comum Curricular.....	24
Quadro 2 -	Propósitos e ações do professor na promoção da construção de entendimento de ideias científicas.....	33
Quadro 3 -	Práticas epistêmicas para avaliação das ações dos alunos.....	35
Quadro 4 -	Movimentos epistêmicos para avaliação das ações do professor.....	36
Quadro 5 -	Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais.....	110
Quadro 6 -	Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em aulas de resolução de problemas.....	110
Quadro 7 -	Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em situações de discussão de textos históricos.....	110
Quadro 8 -	Grau de liberdade intelectual o problema.....	111
Quadro 9 -	Grau de liberdade intelectual das hipóteses.....	111
Quadro 10 -	Grau de liberdade intelectual do plano de trabalho.....	111
Quadro 11 -	Grau de liberdade intelectual da a organização dos dados.....	112
Quadro 12 -	Grau de liberdade intelectual da análise e/ou conclusão.....	112
Quadro 13 -	Níveis de abertura em atividades investigativas.....	113
Quadro 14 -	Modelo de organização dos episódios selecionados das gravações.....	124
Quadro 15 -	Modelo de quadro síntese para investigação de mobilização de FPS.....	124
Quadro 16 -	Graduação de liberdade intelectual das atividades das Sequências Didáticas.....	125
Quadro 17 -	Ferramenta DEEnCI (Introdução à investigação).....	127
Quadro 18 -	Ferramenta DEEnCI (Apoio à investigação dos alunos).....	127
Quadro 19 -	Ferramenta DEEnCI (Guia as análises e conclusões).....	129
Quadro 20 -	Ferramenta DEEnCI (Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo).....	130
Quadro 21 -	Ferramenta DEEnCI (Apoio à investigação dos alunos).....	131
Quadro 22 -	Episódio 1 (Fase de orientação da SD1).....	134

Quadro 23 - Episódio 2 (Fase de orientação da SD1).....	135
Quadro 24 - Concepções dos alunos sobre o que é o solo (Fase de orientação da SD1).....	137
Quadro 25 - Concepções sobre o que é a erosão (Fase de orientação da SD1).....	137
Quadro 26 - Episódio 3 (Fase de conceitualização da SD1).....	139
Quadro 27 - Episódio 4 (Fase de investigação da SD1).....	140
Quadro 28 - Episódio 5 (Fase de investigação da SD1).....	143
Quadro 29 - Episódio 6 (Fase de investigação da SD1).....	143
Quadro 30 - Episódio 7 (Fase de conclusão da SD1).....	145
Quadro 31 - Respostas dos estudantes ao problema de investigação (Fase de conclusão da SD1).....	147
Quadro 32 - Síntese das FPS identificadas na SD1.....	149
Quadro 33 - Liberdade intelectual das atividades da SD1.....	151
Quadro 34 - Avaliação da SD1 (Introdução à investigação).....	153
Quadro 35 - Avaliação da SD1 (Apoio à investigação dos alunos).....	153
Quadro 36 - Avaliação da SD1 (Guia as análises e conclusões).....	155
Quadro 37 - Avaliação da SD1 (Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo).....	156
Quadro 38 - Avaliação da SD1 (Estágios futuros à investigação).....	157
Quadro 39 - Episódio 8 (Fase de orientação da SD2).....	158
Quadro 40 - Episódio 9 (Fase de orientação da SD2).....	161
Quadro 41 - Episódio 10 (Fase de conceitualização da SD2).....	162
Quadro 42 - Episódio 11 (Fases de investigação e conclusão da SD2).....	165
Quadro 43 - Episódio 12 (Fases de investigação e conclusão da SD2).....	169
Quadro 44 - Respostas dos estudantes ao problema “O que aconteceu com a água dos terrários fechados?” (Fase de conclusão da SD2).....	172
Quadro 45 - Respostas dos estudantes ao problema “O que aconteceu com a água dos terrários abertos?” (Fase de conclusão da SD2).....	173
Quadro 46 - Respostas dos estudantes à questão “Quais etapas do ciclo da água podemos observar nos terrários?” (Fase de conclusão da SD2).....	174
Quadro 47 - Episódio 13 (Fases de conclusão da SD2).....	175
Quadro 48 - Síntese das FPS identificadas na SD2.....	176

Quadro 49 -	Liberdade intelectual das atividades da SD2.....	178
Quadro 50 -	Avaliação da SD2 (Introdução à investigação).....	179
Quadro 51 -	Avaliação da SD2 (Apoio à investigação dos alunos).....	180
Quadro 52 -	Avaliação da SD2 (Guia as análises e conclusões).....	182
Quadro 53 -	Avaliação da SD2 (Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo).....	183
Quadro 54 -	Avaliação da SD2 (Estágios futuros à investigação).....	184

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CNE	Conselho Nacional de Educação
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DEEnCI	Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação
DEI	Demonstração Experimental Investigativa
DNCEB	Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica
DCNEF	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
EI	Ensino por Investigação
ETI	Escola em Tempo Integral
FPS	Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências
FUNBEC	Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
GSW	Global Soil Week
HTPC	Hora do Trabalho Pedagógico Coletivo
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
MEC	Ministério da Educação
MS	Mato Grosso do Sul
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PPP	Projeto Político Pedagógico da escola
REME	Rede Municipal de Ensino de Campo Grande
SD	Sequência Didática
SDI	Sequência Didática Investigativa
SEEBI	Sequência de Ensino de Biologia Baseada em Investigação
SEI	Sequência de Ensino Investigativa
TA	Termo de Assentimento
TAP	Padrão de Argumento de Toulmin
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	9
INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO 1: O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: CONSIDERAÇÕES SOBRE ESSA PERSPECTIVA	17
1.1 HISTÓRICO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS ..	17
1.2 O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO BRASIL	20
1.3 CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS	26
1.4 A ARGUMENTAÇÃO E O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	30
1.5 O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E AS FUNÇÕES PSICOLÓGICAS SUPERIORES EM PESQUISAS ACADÊMICAS	37
CAPÍTULO 2: AS FUNÇÕES PSICOLÓGICAS SUPERIORES NA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL	44
2.1 APONTAMENTOS SOBRE VIGOTSKI E A TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL.	44
2.2 CONSTITUIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DAS FUNÇÕES PSICOLÓGICAS SUPERIORES	46
2.2.1 <i>Pensamento e a linguagem</i>	50
2.2.2 <i>Sensações e percepção</i>	61
2.2.3 <i>Memória</i>	70
2.2.4 <i>Atenção</i>	74
2.2.5 <i>Abstração</i>	80
2.2.6 <i>Imaginação</i>	81
2.2.7 <i>Emoções e sentimentos</i>	88
2.3 FORMAÇÃO DE CONCEITOS E O MÉTODO FUNCIONAL DE DUPLA ESTIMULAÇÃO	92
2.3.1 <i>Conceitos cotidianos e conceitos científicos</i>	96
CAPÍTULO 3: A METODOLOGIA DA PESQUISA	101

3.1 O CONTEXTO DA PESQUISA	101
3.2 O MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO	105
3.2.1 <i>Organização das Sequências Didáticas baseadas no Ensino por Investigação</i>	107
3.2.2 <i>Descrição das Sequências Didáticas baseadas no Ensino por Investigação.</i>	114
3.2.3 <i>Metodologia de análise dos dados</i>	122
CAPÍTULO 4: A ANÁLISE DOS DADOS	133
4.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA 1: INFLUÊNCIA DAS PLANTAS NA EROSÃO DO SOLO.....	134
4.1.1 <i>Avaliação da mobilização das Funções Psicológicas Superiores</i>	134
4.1.2 <i>Avaliação da Sequência Didática 1</i>	151
4.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA 2: O CICLO DA ÁGUA EM UM TERRÁRIO	158
4.2.1 <i>Avaliação da mobilização das Funções Psicológicas Superiores</i>	159
4.2.2 <i>Avaliação da Sequência Didática 2</i>	179
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	187
REFERÊNCIAS	191
APÊNDICES	207
ANEXOS.....	212

APRESENTAÇÃO

A Licenciatura foi uma verdadeira descoberta em minha trajetória pessoal. Compreendi o significado desse termo apenas quando ingressei no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no ano de 2011. A escolha pelo curso não foi aleatória, sempre tive vontade de cursar Biologia por conta da influência de excelentes professores que tive na Educação Básica, mas, antes do ingresso no Ensino Superior, nunca pensei em ser professora.

O curso de graduação ofereceu ótimas experiências para a minha formação profissional e despertou o meu apreço pela docência. Assim como na Educação Básica, tive a oportunidade de aprender com excelentes profissionais, sobretudo os que ministravam as disciplinas pedagógicas, que direcionaram minhas concepções sobre o ensino e propiciaram os primeiros contatos com as teorias de aprendizagem que hoje fundamentam a minha prática pedagógica.

No entanto, percebi que todo o conhecimento adquirido na graduação não era suficiente para lidar com a realidade que encontraria em sala de aula. Assim, em 2015, ano seguinte da conclusão do curso de graduação, ingressei no curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da UFMS. No mesmo ano também iniciei minha jornada como professora regente dos anos finais do Ensino Fundamental de uma escola pública de Campo Grande/MS.

No mestrado, pude aprofundar meu conhecimento sobre as teorias que podem embasar a prática docente, especialmente a Teoria Histórico-Cultural. Desenvolvi a pesquisa de mestrado com meus próprios alunos, investigando as contribuições da História da Ciência no processo de ensino e aprendizagem de citologia. Sem dúvidas, essa pesquisa me proporcionou muitas reflexões sobre as singularidades do processo de aprendizagem, a importância da introdução da história da formação de conceitos científicos no ensino, e os níveis de cobrança sobre os discentes, que muitas vezes são exagerados.

No período em que desenvolvi a pesquisa de mestrado, entre os anos de 2015 e 2017, também orientei projetos de iniciação científica na escola em que trabalhava com o objetivo de participar de feiras científicas. A princípio, esses projetos eram desenvolvidos com poucos alunos, selecionados “a dedo” pelos

professores de Ciências da escola. Apesar de ser uma experiência muito significativa, comecei a ficar insatisfeita com a abordagem praticada, pois poucos alunos tinham a oportunidade de experienciar as práticas científicas desenvolvidas nos projetos em virtude das regras das feiras científicas.

Além disso, esse trabalho não era desenvolvido em sala de aula com os conteúdos do currículo, mas sim como uma atividade complementar geralmente no contraturno escolar. Diante dessas inquietações, comecei a pesquisar estratégias que pudessem oferecer a todos os alunos a oportunidade de praticar atividades características do trabalho científico dentro do programa escolar e com os recursos disponíveis na escola. E foi assim que conheci o Ensino por Investigação.

Imediatamente, interessei-me pela abordagem e, no ano de 2017, planejei e apliquei estratégias que culminaram em uma mostra científica em que alunos de 6º ao 9º ano puderam apresentar para toda a escola os resultados encontrados em investigações baseadas em dúvidas sobre os conteúdos estudados durante o ano letivo. Essa experiência foi muito significativa, tanto para os alunos quanto para mim, e abriu possibilidades para que outros professores da escola, de diferentes disciplinas, se interessassem pela estratégia adotada.

A partir disso, comecei a aprofundar os estudos sobre o Ensino por Investigação e, diante dos dados coletados ao longo da primeira experiência com base nessa abordagem, percebi que os alunos passaram a manifestar posicionamentos e atitudes que eu não havia identificado antes. Essas constatações, aliadas ao meu interesse em continuar a estudar a Teoria Histórico-Cultural, fundamentaram o meu projeto para o curso de Doutorado em Ensino de Ciências da UFMS, no qual ingressei em 2018. O projeto resultou nesta pesquisa, que analisa o desenvolvimento de Funções Psicológicas Superiores (FPS) em atividades fundamentadas no Ensino por Investigação.

No ano de 2018, também comecei a trabalhar como professora de laboratório de Ciências, com 40 horas semanais. Assim como no mestrado, decidi realizar a pesquisa de doutorado com meus próprios alunos, agora estudantes da Educação Infantil ao 5º ano dos anos iniciais do Ensino Fundamental. O desenvolvimento das atividades investigativas na pesquisa de doutorado me proporcionou muitas aprendizagens, permitindo que eu me tornasse uma professora mais criativa e

dinâmica, diante dos poucos recursos disponíveis e do novo público de alunos, o qual nunca tive contato antes de atuar no laboratório.

Vi o curso de doutorado como uma oportunidade de continuar me aperfeiçoando enquanto profissional, de sistematizar ainda mais as práticas que desenvolvo em sala de aula e de refletir sobre as articulações entre teoria e prática. O conhecimento adquirido nos cursos de mestrado e doutorado foi fundamental para a busca de soluções que minimizassem as dificuldades e limitações que surgiam. Acredito que reflexões sobre a práxis docente, possibilitadas pelos cursos de pós-graduação na área do ensino, são a chave para transformar as práticas do professor em ações transformadoras e melhorar a qualidade do ensino na Educação Básica.

INTRODUÇÃO

As Funções Psicológicas Superiores (FPS), tais como linguagem, pensamento, percepção, abstração, memória mediada, atenção voluntária e imaginação, são processos psicológicos tipicamente humanos. Diferente das funções elementares, que se caracterizam por serem processos biológicos e diretamente determinados pela estimulação ambiental, as FPS são formadas em atividades socioculturais a partir da apropriação e uso de signos, como a palavra (VIGOTSKI, 2007).

A mediação, cujo principal fator é a linguagem, é responsável pelo desenvolvimento e organização das FPS. Sendo assim, conforme os significados das palavras são internalizados pelas vias da mediação, o desenvolvimento das FPS se eleva. O processo de elaboração conceitual é base para a formação dessas funções, pois ele mobiliza e depende do desenvolvimento de muitas atividades psicológicas. No entanto, o nível de formação conceitual e, conseqüentemente, o desenvolvimento das FPS dependem do “[...] acesso e da utilização dos recursos mediacionais culturalmente desenvolvidos [...]” (FONTANA, 1996, p. 18). Desse modo, quanto mais ricas são as situações sociais em que o indivíduo participa, mais significativo será seu desenvolvimento psicológico.

A escola é um lugar privilegiado para a aprendizagem e gênese de FPS (FONTANA, 1996), pois é um ambiente pautado na mediação e no compartilhamento de significados. A educação escolarizada, ao trabalhar com conceitos científicos, apoia-se no desenvolvimento da tomada de consciência e apreensão, que são base comum a todas as FPS (VIGOTSKI, 2009). Considerando isso, a apropriação de conceitos científicos em situações de ensino adequadamente organizadas pode propiciar o desenvolvimento de uma série de funções psicológicas que ainda se encontram na zona de desenvolvimento proximal¹ (ZDP) dos alunos.

O estudo das FPS trouxe inúmeras contribuições à Psicologia Educacional, entre elas: a interação entre aprendizagem e desenvolvimento, a importância da mediação pedagógica, o conceito de ZDP e o processo de formação de conceitos.

¹ A distância entre o que a criança é capaz de fazer sozinha (nível de desenvolvimento real) e aquilo que ela faz em colaboração com parceiros mais capazes (nível de desenvolvimento potencial) é chamada de zona de desenvolvimento proximal (VIGOTSKI, 2007).

Tais contribuições são mencionadas em reflexões teóricas (BERNARDES; ASBAHR, 2007; MARTINS, L., 2011; BASTOS; ALVES, 2013) e várias pesquisas de natureza empírica (BONDEZAN; PALANGANA, 2009; LESSA, 2014; PINHEIRO; DAMIANI; SILVA JR., 2016; COSTA, 2018) que analisam a influência da educação escolar no desenvolvimento de FPS. Esses trabalhos salientam, especialmente, a importância do processo de escolarização para o desenvolvimento psíquico humano, sendo que esse desenvolvimento está condicionado à qualidade do ensino, ou seja, não são quaisquer atividades pedagógicas que mobilizam comportamentos ancorados em FPS, como frisa Martins L. (2011).

Diante do exposto, é evidente que a aquisição de conhecimentos científicos é importante para o desenvolvimento da psique humana, entretanto, acreditamos que não deve ser o único foco de um ensino que almeja a alfabetização científica dos alunos. Nesse sentido, consideramos que atividades baseadas no Ensino por Investigação (EI) podem favorecer, além da apropriação de conhecimentos científicos, o desenvolvimento de práticas relacionadas à cultura científica que podem contribuir para a mobilização de FPS pelos estudantes.

Para Sasseron (2015), o EI – também conhecido como *inquiry*, ensino por descoberta, aprendizagem por projetos, questionamentos, resolução de problemas – caracteriza-se como uma abordagem didática² desenvolvida pelo professor e que pode estar relacionada a qualquer conteúdo do ensino. Nessa abordagem, o professor coloca em prática habilidades que possibilitam a construção de conhecimentos por meio da resolução de problemas. Durante o processo, os estudantes interagem com os colegas, com os materiais disponíveis na escola e com os conhecimentos já internalizados para, posteriormente, dar respostas a um problema proposto pelo professor. Sendo assim, o professor orienta a investigação incentivando a elaboração de hipóteses, promovendo condições para a busca de dados, auxiliando as discussões e possibilitando o reconhecimento das razões dos procedimentos adotados (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

Ao encontro disso, Carvalho (2018) define o EI como o ensino de conteúdos programáticos em que o professor promove condições para os estudantes:

² Sasseron (2018, p. 1068) aponta o Ensino por Investigação com uma abordagem didática tendo em vista que essa perspectiva não está associada a estratégias específicas, “mas às ações e às práticas realizadas pelo professor quando da proposição dessas estratégias e tarefas aos estudantes, sendo essencial o estabelecimento de liberdade intelectual aos alunos para a investigação de um problema”.

[...] *pensarem*, levando em conta a estrutura do conhecimento; *falarem*, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; *lerem*, entendendo criticamente o conteúdo lido; *escreverem*, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas. (CARVALHO, 2018, p. 766, grifo nosso).

À vista disso, a autora ressalta que não se avalia apenas a aprendizagem do conteúdo, mas também se os estudantes conseguem falar, argumentar, ler e escrever sobre o conteúdo ministrado.

Existem diferentes maneiras de implementar atividades investigativas em sala de aula, sendo que a maioria dos pesquisadores concorda que o EI apresenta um problema a ser investigado, a elaboração de hipóteses pelos alunos, a análise de evidências, a conclusão e a divulgação dos resultados obtidos (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Outro ponto de convergência entre as pesquisas são as contribuições que o EI traz à aprendizagem dos alunos, como: apropriação de conhecimentos científicos, imersão em práticas que se aproximam da cultura científica, alfabetização científica, desmistificação de concepções equivocadas sobre a natureza da ciência e desenvolvimento de habilidades cognitivas (MUNFORD; LIMA, 2007; SASSERON; CARVALHO, 2008; SASSERON, 2015; BRITO; FIREMAN, 2016; ANDRADE, 2011; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Além disso, pelo fato de promover aprendizagens além dos aspectos conceituais, o EI é apontado como uma abordagem potencial para promover o equilíbrio e a articulação entre os *domínios conceituais, epistêmicos e sociais*³ do conhecimento científico (DUSCHL, 2008; FRANCO; MUNFORD; 2020), o que possibilita a construção de explicações para fenômenos naturais, trabalho com base em análise de evidências, comunicação de ideias, argumentação e construção de conclusões de forma compartilhada (SILVA, 2021). Esse fator também propicia posturas mais ativas por parte dos estudantes, construção de visões mais complexas da Ciência e desenvolvimento do raciocínio científico (SASSERON, 2018; FRANCO; MUNFORD, 2020).

Em face do exposto, defendemos a ideia de que o desenvolvimento de atividades baseadas na abordagem didática do EI pode favorecer a mobilização de

³ Baseado em pesquisas sobre ciências da aprendizagem, estudos de ciências e em educação científica, Duschl (2008, p. 277, tradução nossa) defende que a avaliação da aprendizagem de ciências deve se concentrar em três domínios integrados: “[...] as estruturas *conceituais* e processos *cognitivos* usados ao raciocinar cientificamente, as estruturas *epistêmicas* usadas no desenvolvimento e avaliação do conhecimento científico, e os processos e contextos *sociais* que moldam a forma como o conhecimento é comunicado, representado, discutido e debatido.”

várias FPS à medida que os alunos se apropriam de conceitos científicos e desenvolvem práticas que se aproximam da cultura científica. Nessa perspectiva, o principal objetivo da pesquisa foi *investigar as FPS que são mobilizadas em atividades fundamentadas no Ensino por Investigação desenvolvidas com alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental*. Para isso, também tivemos como objetivos específicos: analisar as interações discursivas estabelecidas durante Sequências Didáticas (SDs) baseadas no EI; identificar os principais fatores, elementos ou ações que desencadearam a mobilização das FPS constatadas; relacionar a mobilização das FPS identificadas a atividades características do EI; e avaliar as SDs quanto ao seu caráter investigativo.

Tais objetivos foram traçados para buscar respostas para a seguinte questão: *Quais Funções Psicológicas Superiores são mobilizadas durante atividades baseadas no Ensino por Investigação aplicadas a alunos do quarto ano dos anos iniciais do Ensino Fundamental?* Com base nos objetivos e na questão de pesquisa, organizamos a tese em cinco partes.

No capítulo 1, *O Ensino por Investigação: considerações sobre essa perspectiva*, iniciamos com a apresentação de um breve histórico do EI, seguido por considerações sobre essa perspectiva no Brasil. Nos tópicos seguintes, descrevemos as principais contribuições do EI no processo de ensino e aprendizagem de Ciências da Natureza, salientamos a relevância da argumentação para o EI e, por fim, caracterizamos as FPS e o EI em pesquisas acadêmicas por meio de uma revisão bibliográfica.

No capítulo 2, *As Funções Psicológicas Superiores na Teoria Histórico-Cultural*, apresentamos alguns fundamentos da Teoria Histórico-Cultural. Para tanto, organizamos o capítulo nos seguintes tópicos: a) Apontamentos sobre Vigotski e a Teoria Histórico-Cultural; b) Constituição e Desenvolvimento das Funções Psicológicas Superiores (pensamento e linguagem, sensações e percepção, memória, atenção, abstração, imaginação, emoções e sentimentos); e c) Formação de conceitos e o método funcional de dupla estimulação.

No capítulo 3, *A Metodologia da Pesquisa*, apresentamos o contexto da pesquisa e o método de investigação. Para descrever o método, tipificado como *intervenção pedagógica*, organizamos as seguintes subseções: a) Organização das Sequências Didáticas baseadas no Ensino por Investigação; b) Descrição das

Sequências didáticas baseadas no Ensino por Investigação; e c) Metodologia de análise dos dados.

No capítulo 4, *A Análise dos Dados*, apresentamos os resultados e as discussões do processo de investigação da mobilização de FPS que emergiram dos dados coletados, e da avaliação das SDs quanto ao caráter investigativo. Fechamos a tese tecendo as *Considerações Finais* sobre as respostas encontradas durante a pesquisa.

Consideramos que os resultados apresentados podem fundamentar reflexões sobre os processos de aprendizagem no ensino de Ciências, pois eles apresentam as potencialidades e limitações encontradas durante a implementação de atividades baseadas no Ensino por Investigação. Sabemos que a adoção de abordagens orientadas para a articulação entre saberes da Ciência e sobre Ciência não é tarefa fácil, mas, a nosso ver, é uma condição necessária em um ensino que almeja mudanças significativas no desenvolvimento cognitivo dos alunos.

CAPÍTULO 1: O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: CONSIDERAÇÕES SOBRE ESSA PERSPECTIVA

O Ensino por Investigação (EI) passou por várias modificações em diferentes momentos históricos (ANDRADE, 2011; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011) e hoje preconiza, especialmente, aproximações entre a prática dos cientistas e o contexto da Educação Básica. Não há consenso entre os pesquisadores a respeito das características das atividades desenvolvidas no EI. Isso justifica as diferentes abordagens existentes para essa perspectiva de ensino. Apesar disso, há pontos de convergência, como a existência de um problema a ser investigado, a elaboração de hipóteses pelos alunos, a análise de evidências, a conclusão e a divulgação dos resultados obtidos (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Além disso, existe o consenso de que as atividades baseadas no EI trazem inúmeras contribuições para a aprendizagem dos educandos.

Neste capítulo aprofundamos essas considerações apresentando um trajeto da história do EI e a descrição de alguns marcos dessa perspectiva em nosso país; as contribuições do EI no processo de ensino e aprendizagem de Ciências da Natureza; a importância da argumentação no EI; e, por fim, uma revisão bibliográfica do EI e das FPS em pesquisas acadêmicas.

1.1 HISTÓRICO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A inserção de atividades de investigação na educação científica foi proposta pelo filósofo americano John Dewey (1859-1952) no início do século XX. Nessa proposta, visava-se que os estudantes “[...] deixassem de aprender apenas conceitos técnicos sem entender como esses foram construídos e justificados; e estimular os alunos a construírem relações entre conceitos, objetos e atos humanos” (BATISTA; SILVA, 2018, p. 97). Dewey considerava que a Ciência contribuía para a modernização e progresso da sociedade, e que a sua pedagogia poderia incentivar as escolas a promoverem uma reconstrução social que ajudaria no desenvolvimento de uma sociedade científica aberta, democrática e sem classes (POPKEWITZ, 1997).

As ideias de Dewey emergiram de um contexto em que os Estados Unidos (EUA) passavam por uma crise econômica e social que resultou na adoção de uma série de medidas para conter o desemprego e a falência de fábricas. Nesse cenário, ele enxergou a educação escolarizada como uma possibilidade de “[...] construir uma sociedade mais humanizada a fim de contribuir para a instituição de um projeto democrático” (ANDRADE, 2011, p. 123). Ressalta-se que as concepções de Dewey se alinhavam à educação progressiva (SANTOS, 2011; BRANCO, 2014), oriunda do pragmatismo americano, e eram contrárias à pedagogia tradicional defendida por Herbert Spencer⁴.

De acordo com Bybee (1993), Dewey considerava que os métodos da Ciência eram tão importantes quanto os seus conhecimentos (conceitos) e que o ensino deveria incluir a investigação. Em publicação de 1938, Dewey coloca como objetivos do EI: “[...] desenvolver o pensamento e a razão, formar hábitos da mente, aprender assuntos da ciência e entender os seus processos” (RODRIGUES; BORGES, 2008, p. 6). Na mesma publicação, o filósofo recomenda o ensino com base em um método científico que consistia em definir um problema, sugerir uma solução, desenvolver e aplicar um teste experimental e formular uma conclusão (ANDRADE, 2011). Salienta-se que o problema que guia esse método científico deveria estar em consonância com o desenvolvimento cognitivo dos estudantes e com suas experiências; a intenção era formar pensadores ativos e não apenas estimular a indução (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Em meio aos conflituosos debates quanto às reformas educacionais nos EUA (SOUZA, 2016), as ideias de Dewey, com fundamentos na educação progressiva, influenciaram o sistema educacional americano de forma intermitente (BRANCO, 2014) ao longo do século XX.

Entre 1950 e 1960, o contexto social e político americano sofreu modificações e demandava por uma educação que formasse pesquisadores/cientistas para impulsionar o desenvolvimento científico. Essa necessidade foi motivada, principalmente, pelo lançamento do satélite *Sputnik* pela antiga União Soviética em 1957 (BASSOLI, 2014). Diante disso, o Ensino de Ciências retornou ao rigor

⁴A Pedagogia Tradicional apresentava como principais características: a ideia de que os conhecimentos científicos eram neutros e verdades absolutas; a ênfase na memorização e repetição como sinônimos de aprendizagem; a visão enciclopédica; e a racionalidade humana (SANTOS, 2005).

acadêmico do século XIX⁵, em detrimento da valorização de aspectos sociais. Habilidades como classificar, inferir e controlar variáveis se tornaram desejáveis na formação escolar (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Fundamentados em Deboer (2006), Rodrigues e Borges (2008, p. 7) afirmam que “[...] essa visão levou a ciência escolar a se afastar dos fenômenos da experiência usual, priorizando a aprendizagem de ideias abstratas e inacessíveis à maioria dos estudantes”.

Com o crescimento de pesquisas no Ensino de Ciências, essa concepção de ensino, centrada na formação de cientistas, passou a ser criticada nos EUA e em outros países. A partir da década de 1970 as ideias construtivistas, a alfabetização científica e o movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) passaram a ganhar força. Por consequência, as atividades de investigação no ensino mudam seu foco e, novamente, apresentam uma preocupação com aspectos sociais relacionados ao desenvolvimento da Ciência e tecnologia. Conforme ressaltam Zômpero e Laburú:

Nessa perspectiva, as atividades investigativas eram utilizadas como orientação para ajudar os estudantes a pesquisar problemas sociais como o aquecimento global, a poluição, dentre outros. Sendo assim, o objetivo da educação científica era o entendimento dos conteúdos, dos valores culturais, da tomada de decisões relativas ao cotidiano e à resolução de problemas. (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 72).

No final da década de 1980, houve novas reestruturações curriculares com base nas discussões iniciadas na década anterior. Nos EUA foi elaborado o documento *Science For All Americans* (Ciência para todos os Americanos) e na Inglaterra o *Public Understanding of Science* (Entendimento Público da Ciência), ambos com o objetivo de “[...] alfabetizar a população cientificamente a fim de que compreendessem um mundo no qual a Ciência e a Tecnologia cada vez mais influenciam aspectos políticos, econômicos e sociais.” (ANDRADE, 2011, p. 127).

No ano de 1996 foi publicado o *National Science Education Standards* nos EUA (uma espécie de Parâmetros Curriculares de Ciências americano), um documento que dá grande ênfase ao EI e o aponta como um dos caminhos para o Ensino de Ciências. Nesse documento, a investigação é tida como uma atividade escolar que permite aos alunos a geração de conhecimento científico, promovendo a compreensão de como os cientistas trabalham e de como funcionam as ideias

⁵ Neste período, o Ensino de Ciências era fortemente influenciado por ideias positivistas.

científicas (GOUW; FRANZOLIN; FEJES, 2013). Esses parâmetros, assim como documentos posteriores, com destaque ao *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, publicado em 2000, preocuparam-se em apresentar estratégias para implementar o EI nas salas de aula.

Em tais documentos, algumas habilidades são indicadas como essenciais para aprendizagem científica dos alunos, entre elas: o engajamento com perguntas de orientação científica; a prioridade nas evidências durante a resolução de questões; a formulação de explicações com base em evidências; a avaliação de explicações à luz de outras alternativas, em particular as que se embasam em conhecimentos científicos; e a comunicação e justificativa das explicações propostas. (MUNFORD; LIMA, 2007).

Percebe-se que o EI sofreu modificações em diferentes momentos históricos em função de distintos contextos políticos, econômicos e sociais. Seus fundamentos perpassaram por visões que consideravam a Ciência regida pelo método científico e como atividade neutra, sem influência dos contextos políticos, econômicos e sociais, para uma concepção que contempla aspectos da Natureza da Ciência e favorece a participação dos alunos em práticas científicas onde o “aprender sobre Ciência” e o “aprender a fazer Ciência” são tão importantes quanto o “aprender Ciência”.

1.2 O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO BRASIL

Ao discorrermos sobre a trajetória do EI em nosso país apresentamos, conseqüentemente, um fragmento da história do Ensino de Ciências no Brasil, que ganhou destaque a partir da década de 1950. Ao longo dessa história, a produção científica brasileira foi marcada pelo rigor acadêmico, influências internacionais e por instabilidades políticas (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010).

Nas décadas de 1950 e 1960, as reformas curriculares no Ensino de Ciências acompanharam o cenário político mundial (pós Segunda Guerra) que demandava a formação de pesquisadores para impulsionar o desenvolvimento científico e o progresso do país (ANDRADE, 2011). Nesse período, destacam-se os projetos do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBCEC), que traduziram materiais didáticos dos EUA e Inglaterra. De acordo com Andrade (2011, p. 125), os

projetos “[...] visavam o desenvolvimento de investigações científicas pelos alunos através da introdução do método experimental em sala de aula”.

No mesmo período, o Ministério da Educação (MEC) criou os Centros de Ciências, em alguns estados brasileiros, e a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC), com o objetivo de melhorar o Ensino de Ciências nas escolas. O MEC também produziu guias e kits didáticos para a realização de experimentos de baixo custo (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010). Todas as propostas objetivavam aproximar os estudantes da Ciência e dos produtos da atividade científica.

Até a década de 1970, a investigação no Ensino de Ciências foi desenvolvida, conforme estabelecido por países como os EUA, para aplicação de um método científico organizado em etapas fixas como: identificar problemas, elaborar hipóteses, verificar experimentalmente as hipóteses elaboradas, chegar a conclusões e levantar novos problemas (KRASILCHIK, 2000). Essa perspectiva privilegiava a Ciência pura e a neutralidade dos conhecimentos científicos. A partir dela:

[...] esperava-se que a ciência produzisse essencialmente conhecimentos objetivos acerca das realidades natural e social. Segundo esta clássica concepção, a ciência somente poderia contribuir para o bem-estar dos sujeitos se deixasse de lado as questões sociais para buscar exclusivamente as verdades científicas. As melhorias sociais somente seriam alcançadas se fosse respeitada a autonomia da ciência, ou seja, se deixasse os interesses sociais para atender exclusivamente a critérios internos de eficácia técnica. (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010, p. 226).

No final da década de 1970, em meio à crise e a movimentos que exigiam a redemocratização do país, houve grande preocupação em relação à educação científica oferecida aos estudantes e preconizavam-se reformulações no sistema educacional brasileiro. Depois disso, em meados dos anos de 1980, os movimentos construtivistas, o enfoque CTS e a alfabetização científica exerceram influências sobre a concepção de EI, acompanhando a tendência mundial. Conforme Nascimento e colaboradores (2010), fundamentados em Krasilchik (1987), nesse período, parte das propostas educativas em nosso país

[...] fundamentava-se no pressuposto da didática da resolução de problemas, tendo em vista possibilitar aos estudantes a vivência de processos de investigação científica e a formação de habilidades cognitivas e sociais. A problematização do conhecimento científico sistematizado e de situações científicas cotidianas [...] eram vistas como possibilidades educativas que poderiam levá-los a se apropriar de conhecimentos relevantes, a compreender o mundo científico e tecnológico e a desenvolver habilidades necessárias à interpretação e possível modificação das realidades em que viviam, principalmente no sentido de melhoria da própria qualidade de vida. (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010, p. 231-232).

Na década de 1990, as relações entre a Ciência, a tecnologia e os fatores socioeconômicos se fortaleceram, ao menos nos documentos e discursos oficiais, e o EI foi inserido nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) no final dessa década. Segundo o documento:

[...] é responsabilidade da escola e do professor promoverem o questionamento, o debate, a investigação, visando o entendimento da ciência como construção histórica e como saber prático, superando as limitações do ensino passivo, fundado na memorização de definições e de classificações sem qualquer sentido para o aluno. (BRASIL, 1998, p.62).

Nas Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (DNCEB)⁶, há menções sobre a necessidade de aquisição de “hábitos investigatórios para a construção do conhecimento” (BRASIL, 2013, p. 22). Já nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental de 9 (nove) anos (DCNEF), salienta-se que a organização do trabalho pedagógico deve considerar, entre outras coisas, atividades que mobilizem o raciocínio e “as atitudes investigativas” (BRASIL, 2013, p. 136). A versão atualizada das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM)⁷ também apresenta como um dos eixos estruturantes dos itinerários formativos a *investigação científica*, que, segundo o documento:

[...] supõe o aprofundamento de conceitos fundantes das ciências para a interpretação de ideias, fenômenos e processos para serem utilizados em procedimentos de investigação voltados ao enfrentamento de situações cotidianas e demandas locais e coletivas, e a proposição de intervenções que considerem o desenvolvimento local e a melhoria da qualidade de vida da comunidade. (BRASIL, 2018, p. 7).

⁶ Resolução CNE/CEB nº. 4/2010.

⁷ Resolução CNE/CEB nº. 3/2018.

Em 2017, o MEC apresentou a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)⁸. A construção da BNCC se deu em um contexto de intensos debates entre entidades acadêmicas, empresariais e governamentais, com posicionamentos a favor e contra ao documento. Antes da versão oficial, existiram duas versões preliminares da BNCC, que passaram por consultorias públicas, embora a versão final não tenha contemplado contribuições relevantes sugeridas nas consultorias. Mesmo com as críticas de especialistas em educação de diferentes áreas, e da solicitação de mais tempo para discussão dos documentos preliminares (FRANCO; MUNFORD, 2018), o MEC homologou a terceira versão da BNCC em dezembro de 2017.

No documento são feitas menções às atividades e práticas investigativas, que aparecem, sobretudo, como uma das competências gerais da Educação Básica:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2017, p. 9).

A prática de realizar investigações de cunho científico também está presente em todos os componentes curriculares da BNCC. Na área de Ciências da Natureza, em especial, as atividades de investigação medeiam, teoricamente, todas as competências específicas e habilidades desse componente curricular, sendo mencionadas como fatores para a promoção do letramento científico⁹.

Também encontramos na BNCC trechos que tentam distanciá-la da prática científica neutra e descontextualizada praticada até a década de 1970. Frisa-se, por exemplo, que o processo investigativo não é realizado por um conjunto de etapas predefinido ou pela mera manipulação de objetos e experimentos laboratoriais, mas sim:

⁸ A versão final da BNCC, para a Educação Infantil e o Ensino Fundamental, foi aprovada pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) por meio do Parecer CNE/CP n.15, de 15 de dezembro de 2017, e homologada pelo MEC, por meio Portaria n° 1.570, publicada no D.O.U. de 21 de dezembro de 2017.

⁹ A BNCC adota a expressão “letramento científico” para designar o Ensino de Ciências cujo objetivo é a formação cidadã para o domínio e uso do conhecimento científico em situações da vida cotidiana (SASSERON; CARVALHO, 2011a). Segundo o documento, o letramento científico “envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências”. (BRASIL, 2017, p. 321). Nesta pesquisa, adotamos o termo “alfabetização científica”, conforme Sasseron e Carvalho (2011a).

[...] pressupõe organizar as situações de aprendizagem partindo de questões que sejam desafiadoras e, reconhecendo a diversidade cultural, estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitem definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções. (BRASIL, 2017, p. 322).

O Quadro 1 apresenta as modalidades de ação do processo investigativo sugeridas na BNCC. Todos os dados foram extraídos do próprio documento.

Quadro 1 - Processos investigativos apresentados pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

MODALIDADES	HABILIDADES ENVOLVIDAS
<i>Definição de problemas</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Observar o mundo a sua volta e fazer perguntas. • Analisar demandas, delinear problemas e planejar investigações. • Propor hipóteses.
<i>Levantamento, análise e representação</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Planejar e realizar atividades de campo (experimentos, observações, leituras, visitas, ambientes virtuais etc.). • Desenvolver e utilizar ferramentas, inclusive digitais, para coleta, análise e representação de dados (imagens, esquemas, tabelas, gráficos, quadros, diagramas, mapas, modelos, representações de sistemas, fluxogramas, mapas conceituais, simulações, aplicativos etc.). • Avaliar informação (validade, coerência e adequação ao problema formulado). • Elaborar explicações e/ou modelos. • Associar explicações e/ou modelos à evolução histórica dos conhecimentos científicos envolvidos. • Selecionar e construir argumentos com base em evidências, modelos e/ou conhecimentos científicos. • Aprimorar seus saberes e incorporar, gradualmente, e de modo significativo, o conhecimento científico. • Desenvolver soluções para problemas cotidianos usando diferentes ferramentas, inclusive digitais.
<i>Comunicação</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Organizar e/ou extrapolar conclusões. • Relatar informações de forma oral, escrita ou multimodal. • Apresentar, de forma sistemática, dados e resultados de investigações. • Participar de discussões de caráter científico com colegas, professores, familiares e comunidade em geral. • Considerar contra-argumentos para rever processos investigativos e conclusões.
<i>Intervenção</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar soluções e avaliar sua eficácia para resolver problemas cotidianos.

	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver ações de intervenção para melhorar a qualidade de vida individual, coletiva e socioambiental.
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: BRASIL (2017, p. 323).

Quanto às modalidades de ação do processo investigativo (Quadro 1), Sasseron (2018) chama a atenção para a desproporcionalidade do número de ações na modalidade “Levantamento, análise e representação” em relação às outras modalidades. Para a autora, a baixa ênfase nas ações das modalidades “Definição de problemas” e “Intervenção”, manifesta, mesmo que implicitamente, uma visão de trabalho mais direcionada ao entendimento dos aspectos conceituais das Ciências, o que diverge das concepções do letramento científico, apontado no documento como compromisso do Ensino Fundamental na área de Ciências da Natureza.

Embora tenhamos apresentado aproximações entre a BNCC e o EI, vale esclarecer que o documento apresenta fundamentos do neotecnismo (SAVIANI, 2008), baseados na pedagogia das competências. Esses fundamentos, que se alinham a uma visão de ensino centrada nos resultados e na racionalidade técnica, distanciam-se das concepções da Teoria Histórico-Cultural e dos próprios fundamentos do EI. Apesar de o documento mencionar a importância dos processos investigativos para a apropriação de conhecimentos próprios da Ciência, percebe-se explícita ênfase nos aspectos conceituais em detrimento da articulação entre os distintos elementos que compõem a construção da Ciência (FRANCO; MUNFORD, 2018), comprometendo as potencialidades da inserção de práticas investigativas em sala de aula.

Em suma, percebe-se que o EI no Brasil foi mudando os seus objetivos ao longo das décadas, acompanhando as principais tendências educacionais. Hoje, essa perspectiva ainda se fundamenta em propostas estrangeiras (ANDRADE, 2011). Conforme vários pesquisadores (MUNFORD; LIMA, 2007; ANDRADE, 2011; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011), o EI vem se difundindo no Brasil, o que justifica a crescente quantidade de trabalhos acadêmicos na área, apesar de ainda não ser uma prática amplamente utilizada nas escolas (GOUW; FRANZOLIN; FEJES, 2013).

Consideramos que a implementação efetiva do EI nas salas de aula brasileiras depende, principalmente, de formações iniciais e continuadas de professores que propiciem mudanças de postura por parte destes profissionais, que

são os agentes responsáveis por colocar o EI em prática. Infelizmente o que se observa, em muitos casos, são professores que encontram dificuldades ao utilizar atividades de investigação devido a inconsistências de suas formações (SANTOS *et al.* 2019). Todavia, também é sabido que as condições estruturais¹⁰ de trabalho do professor para o desenvolvimento de atividades investigativas são fundamentais para que elas ocorram com sucesso.

1.3 CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS

Mencionamos que não há consenso a respeito das características das atividades que compõem o EI, apesar de haver pontos em comum entre as diferentes abordagens, como: a construção e a introdução de um problema para os alunos; a elaboração de hipóteses, ideias, reflexões, argumentações entre os estudantes; a experimentação e avaliação de dados em busca de resultados; o confronto entre as expectativas iniciais para obtenção de uma resposta; e a divulgação dos resultados encontrados por meio de discussões entre colegas e professor (BATISTA; SILVA, 2018)..

Também é consenso entre pesquisadores que o EI é uma abordagem que não se limita à aprendizagem de conceitos científicos, pois ela também proporciona a alfabetização científica (SASSERON; CARVALHO, 2008; SASSERON, 2015, 2018; BRITO; FIREMAN, 2016), que se relaciona à inserção dos alunos em práticas que se aproximam da cultura científica (SASSERON, 2015), à participação ativa dos estudantes no processo de construção de conhecimentos (AZEVEDO, 2016; SASSERON, 2018), à apresentação de novas culturas e aprendizagens para a mudança social (SASSERON, 2018), à argumentação (SASSERON, 2015; SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017) e ao desenvolvimento de habilidades cognitivas (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011; SASSERON, 2015).

Em relação à alfabetização científica, que se configura como um dos principais objetivos do Ensino de Ciências, Brito e Fireman (2016) vislumbram o EI como uma possibilidade de o aluno se alfabetizar cientificamente, pois contempla

¹⁰ Entre as condições estruturais podemos citar a valorização profissional, a distribuição da carga de trabalho e as condições físicas da escola.

aprendizagens “sobre Ciência” e “fazer Ciência”. Sasseron (2015, 2018) também aponta o EI como uma abordagem que promove a alfabetização científica. Concordando com Sasseron e Carvalho (2008), Scarpa e Campos (2018) afirmam que o processo de alfabetização científica dos alunos é potencializado por meio de oportunidades de vivenciarem investigações científicas. Segundo as autoras:

Um indivíduo alfabetizado cientificamente deve [...] compreender o que a ciência é, o que ela não é, como as investigações científicas são realizadas para produzir conhecimento, como o raciocínio e as explicações científicas são construídos e como a ciência contribui com a cultura e é influenciada por ela (SCARPA; CAMPOS, 2018, p. 27).

Acordando com os autores mencionados, destacamos que atividades de investigação favorecem a implementação dos indicadores de alfabetização científica¹¹ (CARVALHO; SASSERON, 2008; SASSERON, 2015), que são habilidades inerentes à construção da compreensão sobre temas das Ciências. Importante mencionar, conforme Sasseron e Carvalho (2008), que a alfabetização científica compreende um conjunto de habilidades, como a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; a compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.

O EI, ao promover a alfabetização científica, também proporciona a inserção dos alunos em atividades que se aproximam da cultura científica¹², já que a prática de solucionar problemas estimula a mobilização de capacidades, como indagar, refletir, discutir, observar, trocar ideias, argumentar, explicar e relatar descobertas, que são atividades características do fazer científico. No EI esses processos são tão importantes quanto à apropriação de conceitos científicos e possibilitam a

¹¹ Os indicadores de alfabetização científica referem-se, conforme Sasseron (2015, p. 57): (a) ao trabalho com as informações e com os dados disponíveis, seja por meio da organização, da seriação e da classificação de informações; (b) ao levantamento e ao teste de hipóteses construídas que são realizados pelos estudantes; (c) ao estabelecimento de explicações sobre fenômenos em estudo, buscando justificativas para torná-las mais robustas e estabelecendo previsões delas advindas; e (d) ao uso de raciocínio lógico e raciocínio proporcional durante a investigação e a comunicação de ideias em situações de ensino e aprendizagem.

¹² Sasseron (2015, p. 55) concebe a cultura científica como “o conjunto de ações e de comportamentos envolvidos na atividade de investigação e divulgação de um novo conhecimento sobre o mundo natural”.

compreensão da natureza do trabalho científico. De maneira geral, pesquisadores, como Azevedo (2016), concordam que os estudantes aprendem mais sobre Ciência e se apropriam melhor de conceitos científicos quando estão envolvidos em atividades de investigação.

É importante frisar que não deve ser intenção do professor transformar os alunos em “pequenos cientistas”, pois, como aponta Carvalho (2017), os alunos ainda não têm idade, conhecimentos específicos ou habilidades para o uso de ferramentas científicas. Dessa maneira, é necessário balizar o processo de ensino e aprendizagem conforme o nível de desenvolvimento dos estudantes, de modo que eles tenham a possibilidade de construir/reelaborar conhecimentos enquanto se desenvolvem cognitivamente e se apropriam de concepções que permitam a desmistificação de equívocos a respeito da natureza da Ciência, como a ideia de que a Ciência é atemporal e dependente de “grandes gênios” (MARTINS, 2006).

Efetivamente, o EI representa uma maneira de trazer para a escola características das práticas dos cientistas, como apontam Munford e Lima (2007). As mesmas autoras indicam que essa característica pode minimizar o distanciamento entre a Ciência ensinada nas escolas (que, em muitos casos, é apresentada de forma descontextualizada e como conceitos prontos) e a Ciência praticada nas universidades, em laboratórios e outras instituições de pesquisa.

Batista e Silva (2018) afirmam que o exercício de atividades típicas do fazer científico fazem com que o EI seja uma estratégia em que os professores deixam de apresentar conhecimentos prontos, e tornem os alunos mais ativos e menos receptores de informações. Neste caso, Azevedo (2016) destaca que o aluno deixa de ser apenas um observador das aulas e passa a ter grande influência sobre elas, participando da construção do próprio conhecimento. A autora relata que:

Utilizar atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações. (AZEVEDO, 2016, p. 22).

Zômpero e Laburú (2011) consideram que o EI possibilita o aprimoramento de habilidades cognitivas inerentes à prática científica e à resolução de problemas,

como as capacidades de observar, registrar, analisar dados, comparar, perceber evidências, fazer inferências, concluir, raciocinar e argumentar. Nessa direção, Azevedo (2016) pontua que no EI os procedimentos envolvidos na Ciência também são conteúdo escolar, o que permite o envolvimento emocional dos alunos, com o uso de estruturas mentais, habilidades e emoções de forma mais crítica. As habilidades mencionadas pelos autores se relacionam fortemente à dimensão do “aprender a fazer Ciências” que, no EI, está intimamente relacionado ao “aprender Ciências” e ao “aprender sobre Ciências”.

Vale mencionar, de acordo com Franco e Munford (2020), que os conteúdos conceituais continuam sendo o fundamento do Ensino de Ciências, mesmo em perspectivas de ensino consideradas inovadoras. No entanto, conforme os mesmos autores¹³, é necessário estabelecer um equilíbrio entre a aprendizagem de aspectos conceituais, epistêmicos e sociais¹⁴ do conhecimento científico para que os estudantes construam uma visão mais complexa da Ciência. Nessa perspectiva, o EI pode ser uma abordagem adequada para estabelecer esse equilíbrio (FRANCO; MUNFORD, 2020), apesar dos desafios envolvidos nesse processo.

Ao abrir possibilidades para a aprendizagem de processos de produção do conhecimento científico, o EI pode promover a mobilização de várias atividades mentais, conforme discutimos. Nesse mesmo sentido, consideramos que essa abordagem didática pode se articular às concepções da Teoria Histórico-Cultural, principalmente no que tange ao desenvolvimento de FPS, como a atenção, a memória lógica, a abstração, a generalização e a imaginação, focos desta pesquisa.

A aprendizagem de conceitos científicos, quando adequadamente organizada, promove avanços intelectuais, e, quando integrada à aprendizagem de saberes sobre a natureza da Ciência e o trabalho científico, pode impulsionar o desenvolvimento de FPS que se encontram na ZDP dos estudantes. Nessa perspectiva teórica, a mobilização de habilidades cognitivas pode ser uma das principais contribuições do EI.

¹³ Para enfatizar a necessidade do equilíbrio entre os domínios conceituais, epistêmicos e sociais, Franco e Munford (2020) se fundamentaram em Duschl (2008).

¹⁴ Para Franco e Munford (2020, p. 690-691), o domínio conceitual corresponde “às explicações científicas sobre o mundo natural e o corpo de conhecimentos que representa tais explicações”. Já o domínio epistêmico se relaciona ao uso de práticas “que a comunidade científica utiliza para construir o conhecimento”. O domínio social, por fim, corresponde à compreensão dos processos e contextos envolvidos na comunicação, representação, argumentação e debate do conhecimento científico.

Destaca-se que nessa perspectiva de ensino o professor assume um papel fundamental, já que é ele quem deve orientar os estudantes durante o processo de investigação, oferecendo condições para compreenderem o que estão fazendo. Segundo Sasseron (2015), o EI consiste em um trabalho de parceria entre professor e alunos, em que o professor coloca em prática habilidades que possibilitam a construção de conhecimentos por meio da resolução de problemas, das interações dos estudantes entre si, com os materiais disponíveis na escola e com os conhecimentos já internalizados.

Nesse contexto, Azevedo (2016) considera que o professor, ao realizar atividades de investigação, deve assumir uma nova postura, tornando-se um professor que questiona, argumenta, estimula e propõe desafios. Essas características atribuídas ao professor também são destacadas por Vigotski (2009), que dá grande importância ao papel docente na construção do conhecimento. Para o teórico, o professor é o parceiro mais experiente no processo de aprendizagem escolar, intervindo na ZDP de seus alunos, provocando avanços que, muitas vezes, não ocorreriam espontaneamente. Dessa forma, o professor é um dos principais agentes que podem propiciar as contribuições associadas ao EI.

1.4 A ARGUMENTAÇÃO E O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

A argumentação está diretamente relacionada à FPS linguagem, que se configura como uma das bases para o desenvolvimento das demais funções psicológicas. Nesta pesquisa, investigamos a mobilização de FPS durante interações discursivas, dado que a manifestação dos indícios da atividade cognitiva relacionada à aprendizagem se dá nos momentos de interação social, especialmente nos que envolvem a linguagem. Interessa-nos a mobilização de FPS durante o desenvolvimento de práticas relacionadas ao EI que se aproximam dos domínios sociais e epistêmicos da Ciência. Dessa forma, nossas análises estão focadas na linguagem científica.

A linguagem científica difere da linguagem cotidiana, pois exige altos níveis de abstração e generalização, e se desenvolve em contextos e condições específicos. Segundo Lemke (1990), a Ciência apresenta um discurso próprio e aprender Ciências não se restringe a falar sobre Ciência, mas também se expressar

por meio de seu discurso. Assim, “falar Ciência” envolve observar, descrever, avaliar, comparar, classificar, questionar, concluir, ou seja, desenvolver práticas características da cultura científica (LEMKE, 1990). A linguagem científica é uma linguagem argumentativa (SASSERON, 2015), sendo assim, consideramos pertinente realizar apontamentos sobre o processo de argumentação.

Para Leitão (2011), a argumentação é mais que o discurso entre pessoas, é, sobretudo, uma forma básica de pensamento, tanto interpessoal quanto intrapessoal. Segundo a autora, a argumentação leva o indivíduo a formular seus pontos de vista com mais clareza e fundamentá-los com base em razões plausíveis. Além disso, o engajamento em atividades de argumentação desencadeia “[...] processos cognitivos-discursivos vistos como essenciais à construção do conhecimento e ao exercício da reflexão.” (LEITÃO, 2001, p. 15). Por essas características, a argumentação é uma atividade central nas ciências naturais (SCARPA, 2015), e se faz presente em várias etapas da prática dos cientistas (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017). Diante disso, a argumentação é importante nos processos de ensino e de aprendizagem de Ciências, favorecendo reflexões e apropriação de conhecimentos (LEITÃO, 2011) e a prática do discurso da Ciência.

No ensino de Ciências, a argumentação é fundamental, uma vez que permite a familiarização com a linguagem típica das Ciências e o contato dos estudantes com algumas habilidades do processo de construção dos conhecimentos científicos (CAPECCHI; CARVALHO, 2000). O reconhecimento dessa faceta dos conceitos estudados em ciências é importante para a construção da visão de que a Ciência é constituída de forma coletiva, por meio de interações entre explicações e ideias que se encontram em constante processo de avaliação (CAPECCHI; CARVALHO, 2000; SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017).

No contexto escolar, a argumentação é possibilitada pelas interações discursivas, nas quais professores e alunos apresentam opiniões, descrevem ideias, elaboram hipóteses, analisam evidências, justificam ações e/ou conclusões (SASSERON; CARVALHO, 2008). Scarpa, Sasseron e Silva (2017, p. 17) afirmam que o EI pode engajar os alunos em atividades argumentativas, pois, mediante a abordagem, criam-se oportunidades de “[...] relacionar dados com afirmações, de estabelecer relações entre variáveis e construir explicações para fenômenos naturais”.

Ferraz e Sasseron (2017) também concebem o EI como um potencializador de situações argumentativas quando o professor, enquanto autoridade epistêmica, atua como um mediador e promotor de interações discursivas. Nessas interações, segundo os autores, os estudantes têm oportunidades de elaborar e testar hipóteses, avaliarem e construir explicações e entender diferentes fenômenos a partir de situações-problemas.

O engajamento dos estudantes em desafios e/ou questões de orientação científica favorece as interações argumentativas que, por sua vez, oportunizam o desenvolvimento de práticas relacionadas aos domínios epistêmico e social da Ciência¹⁵ (FRANCO, 2021). Segundo Franco (2021), a construção de explicações para fenômenos naturais, o trabalho com dados, a comunicação de ideias e a construção coletiva de conclusões são práticas relativas à articulação entre tais domínios, e estão diretamente relacionadas ao processo de argumentação.

Na literatura há uma grande quantidade de trabalhos que se dedicam ao estudo das interações discursivas em sala de aula para avaliar como o discurso próprio das ciências se desenvolve no contexto escolar, conforme apontam Sasseron e Carvalho (2014), Silva (2015) e Motta, Medeiros e Motokane (2018). O Padrão de Argumento de Toulmin (TAP)¹⁶ é um dos principais referenciais para análise da estrutura dos argumentos, embora seja alvo de críticas relacionadas às dificuldades em utilizá-lo para a análise de interações discursivas em sala de aula (SASSERON; CARVALHO, 2013, 2014).

Assim como outros pesquisadores, Sasseron e Carvalho (2008, 2011b, 2013) sugerem modificações no TAP, com vistas a facilitar o processo de análise da argumentação em sala de aula, considerando as peculiaridades desse contexto. Uma das propostas incorpora o uso dos indicadores de alfabetização científica. As autoras sustentam, com base em várias pesquisas, que o emprego desses indicadores também é eficiente para descrever a construção coletiva de argumentos. Para tal, os indicadores foram agrupados em duas dimensões, manifestadas no trabalho com atividades investigativas: a *dimensão estruturante* e a *dimensão epistemológica*. A dimensão estruturante relaciona-se:

¹⁵ Franco e Munford (2020) entendem os domínios epistêmico e social da Ciência como um par a fim de enfatizar a articulação desses dois domínios como algo fundamental para a implementação do Ensino por Investigação em sala de aula.

¹⁶ Segundo Sasseron e Carvalho (2013), o TAP foi construído com base na argumentação jurídica.

[...] às ações que demonstram os elementos em cena na investigação de um problema e a estruturação das ideias explicitadas; é a dimensão associada ao trabalho prático-manual em uma investigação, à tomada de consciência das ações e reações ligadas a esse trabalho e ao reconhecimento das variáveis atuantes naquela situação. (SASSERON; CARVALHO, 2013, p. 175).

Já a dimensão epistemológica corresponde:

[...] às ações ocorridas ao longo do processo de construção de argumentos, ou seja, ações que se centram na busca por conexões e relações entre as variáveis anteriormente identificadas. É nessa dimensão que os diversos elementos considerados podem gerar leis e regras capazes de descrever e explicar o fenômeno e suas consequências nas mais diversas esferas. (SASSERON; CARVALHO, 2013, p. 175).

Os indicadores *seriação de informações, classificação de informações, organização de informações, levantamento de hipóteses e teste de hipóteses* fazem parte da dimensão estruturante. Já os indicadores *explicação e atribuição de justificativa, previsão e uso dos raciocínios lógico e proporcional* se enquadram na dimensão epistemológica.

No contexto dessa proposta, Sasserron e Carvalho (2013) e Sasseron (2017) evidenciam a importância do professor na promoção da argumentação, ressaltando a necessidade do planejamento de atividades investigativas para que a argumentação ocorra em sala de aula. Nesse sentido, foram elaborados alguns propósitos e ações realizadas pelo professor em sala de aula que contribuem para o processo argumentativo (Quadro 2).

Quadro 2 - Propósitos e ações do professor na promoção da construção de entendimento de ideias científicas.

PROPÓSITOS DO PROFESSOR	AÇÕES DO PROFESSOR	INDICADORES DE AC EXPRESSOS PELOS ALUNOS
Retomada de ideias já discutidas	Referência a ideias previamente trabalhadas e/ou experiências prévias dos alunos	Organização, seriação e classificação de informações
Proposição de um problema	Problematização de uma situação	Levantamento de hipóteses; teste de hipóteses
Delimitação de variáveis	Descrição e caracterização do	Organização e seriação de informações

	fenômeno e/ou de objetos	
Reconhecimento de variáveis	Nomeação de categorias advindas da caracterização	Classificação de informações
Construção de relação entre variáveis	Entrecruzamento de informações	Levantamento de hipóteses; explicação; previsão; justificativa

Fonte: Sasseron e Carvalho (2013, p. 176).

Os “propósitos do professor” se referem ao planejamento das ações que podem levar à construção dos argumentos; as “ações do professor” se configuram como o conteúdo, e possibilitam o exame da qualidade das ideias em discussão; e os “indicadores de alfabetização expressos pelos alunos” são as respostas aos propósitos e ações do professor manifestados pelos alunos, “[...] cujas ideias correspondem à construção dos elementos constitutivos do argumento.” (SASSERON; CARVALHO, 2013, p. 177).

Embora a análise sistemática dos argumentos não seja o foco de nossa pesquisa, os pressupostos sugeridos por Sasseron e Carvalho são pertinentes para fundamentar a identificação dos indícios de mobilização da linguagem científica. Além disso, encontram base na ideia de que é necessário atribuir autoridade intelectual aos alunos e na importância de fomentar ações e práticas que culminem no desenvolvimento de posicionamentos críticos perante situações do cotidiano.

Considerando a atividade científica como uma atividade social colaborativa (SASSERON, 2018), a argumentação é um importante processo para o fomento de práticas epistêmicas, e vice-versa, as quais se associam a atividades sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento pelos alunos (KELLY, 2005). Nesse contexto, também consideramos as categorias propostas por Tavares (2009) e Silva (2015) apropriadas para a avaliação da mobilização da linguagem no contexto do EI. Tais pesquisadoras se fundamentam na estrutura analítica de Jiménez-Aleixandre *et al.* (2008), que sugerem práticas epistêmicas específicas considerando as instâncias sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento propostas por Kelly (2005).

Tavares (2009) construiu categorias de práticas epistêmicas relacionadas às instâncias sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento (Quadro 3). Tais categorias podem fundamentar a *avaliação das ações dos alunos*.

ATIVIDADES SOCIAIS RELACIONADAS AO CONHECIMENTO	PRÁTICAS EPISTÊMICAS
Produção do conhecimento	Problematizando: Essa prática é utilizada quando o aluno cria um problema/questão relacionado ao tema que está sendo estudado ou retoma um problema/questão anteriormente proposto pela professora. Corresponde à motivação para o início de uma discussão.
	Elaborando hipóteses: Corresponde às alternativas de respostas propostas pelo aluno para responder a um problema ou questão.
	Planejando investigação: Neste tipo de prática o aluno traça estratégias para a investigação de um problema.
	Construindo dados: Corresponde às questões ou afirmações de alunos quando no processo de construção ou coleta dos dados.
	Utilizando conceitos para interpretar dados: Ocorre quando os alunos recorrem, explicitamente, a conceitos que já possuem para interpretar dados.
	Articulando conhecimento observacional e conceitual: Esta prática é verificada quando os alunos explicitam diretamente a relação entre conceitos e aspectos que observam, seja em experimentos, gráficos, tabelas ou ilustrações apresentadas em sala de aula.
	Lidando com situação anômala ou problemática: Quando o problema ou a questão proposta difere do que era esperado pelos alunos ou quando os alunos lidam com um problema que é novo, para o qual não conseguem elaborar hipótese ou chegar na resposta.
	Considerando diferentes fontes de dados: Quando os alunos recorrem a algum dado diferente do que está sendo trabalhado naquele momento para solucionar o problema em discussão.
	Checando entendimento: Quando os alunos voltam ao que já havia sido discutido anteriormente para verificar se a compreensão está apropriada.
	Concluindo: Quando os alunos finalizam um problema ou uma questão proposta.
Comunicação do conhecimento	Apresentando ideias (opiniões) próprias: Quando o aluno apresenta uma opinião pessoal, bem sinalizada.
	Negociando explicações: Quando alunos negociam uma explicação plausível. Geralmente presente ao final de atividades, quando os alunos formalizam uma resposta final.
	Usando linguagem representacional: Quando os alunos utilizam simbologia ou linguagem representacional para apresentar suas ideias.

	Usando analogias e metáforas: Utilização pelos alunos de metáforas e analogias para desenvolver explicações.
Avaliação do conhecimento	Complementando ideias: Quando o aluno complementa uma ideia explicitada anteriormente.
	Contrapondo ideias: Quando o aluno discorda do que foi dito anteriormente e apresenta uma ideia distinta.
	Criticando outras declarações: Quando o aluno critica, explicitamente, algo que foi dito anteriormente ou apresenta e critica uma ideia. Numa crítica, nem sempre há discordância com o que foi enunciado e quando há discordância, nem sempre é total.
	Usando dados para avaliar teorias: Quando o aluno apresenta dados para avaliar os enunciados teóricos.
	Avaliando a consistência dos dados: Quando o aluno busca verificar se determinados dados são coerentes com determinadas teorias.

Fonte: Tavares (2009, p. 80-82)

Já Silva (2015) elaborou categorias de movimentos epistêmicos para a *avaliação das ações do professor* em atividades investigativas (Quadro 4). A autora caracteriza os movimentos epistêmicos como intervenções realizadas pelo professor durante atividades investigativas que podem ser manifestadas por questionamentos, sugestões e orientações voltadas para o desenvolvimento intelectual dos alunos, favorecendo a adoção de práticas epistêmicas.

Quadro 4 – Movimentos epistêmicos para avaliação das ações do professor.

MOVIMENTOS EPISTÊMICOS
Elaboração: corresponde às ações do professor que possibilitam aos alunos, em geral por meio de questionamentos, construir um olhar inicial sobre o fenômeno. São os questionamentos expressos nos roteiros de atividade ou mesmo proferidos oralmente pelo professor, os quais geram espaço para que os alunos reflitam segundo determinada perspectiva e exponham seus pontos de vista sobre os objetos e os eventos investigados.
Reelaboração: corresponde às ações do professor que instigam os alunos, por questionamentos ou breves afirmações, a observarem aspectos desconsiderados ou a trazerem à tona novas ideias, favorecendo uma modificação ou uma problematização do pensamento inicial apresentado.
Instrução: quando o professor apresenta explicitamente novas informações para os alunos.

Confirmação: quando o professor concorda com as ideias apresentadas pelos alunos e/ou permite que eles executem determinados procedimentos planejados.
Correção: quando o professor corrige explicitamente as afirmações e os procedimentos dos alunos.
Síntese: quando o professor explicita as principais ideias alcançadas pelos alunos.
Compreensão: quando o professor busca apenas compreender por meio de questionamentos determinados procedimentos e ideias apresentadas pelos alunos.

Fonte: Silva (2015, p. 73-74)

Motta, Medeiros e Motokane (2018) ilustram a aplicação das categorias de Tavares (2009) e Silva (2015) na análise de interações discursivas desenvolvidas em uma prática experimental investigativa. Dessa forma, também recorreremos ao trabalho desses autores.

Conforme apresentamos, a argumentação é um processo diretamente relacionado à linguagem, mais especificamente à linguagem científica. Como nesta pesquisa nos interessam as manifestações linguísticas próprias da cultura científica, o entendimento das práticas que caracterizam a argumentação é importante para uma análise fundamentada da mobilização da linguagem científica. A linguagem, enquanto um processo psicológico superior, é fundamental para a apropriação das formas superiores de comportamento humano e, enquanto linguagem científica, permite a mobilização do pensamento científico (OLIVEIRA *et al.* 2009, p. 22), e vice-versa, contribuindo para o desenvolvimento do intelecto como um todo.

1.5 O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E AS FUNÇÕES PSICOLÓGICAS SUPERIORES EM PESQUISAS ACADÊMICAS

Nosso objetivo geral repousa sobre a mobilização de FPS em atividades fundamentadas na abordagem didática do EI. Diante disso, realizamos uma revisão bibliográfica em bases de dados *Online* (*Catálogo de Teses e Dissertações, Scientific Electronic Library Online, Portal de Periódicos Capes*) em busca de pesquisas (artigos, teses e dissertações) relacionadas aos objetos de investigação.

Dessa forma, apresentamos, inicialmente, concepções gerais dos trabalhos relativos ao desenvolvimento de FPS em processos de ensino e aprendizagem; depois, discutimos o conteúdo das pesquisas que se fundamentam no EI; e, por fim, citamos trabalhos que articulam atividades investigativas ao referencial pedagógico adotado na pesquisa. Vale ressaltar que focamos as análises em pesquisas relacionadas ao ensino de Ciências (Biologia, Química, Física) desenvolvidas e/ou propostas para estudantes da Educação Básica. Nesta revisão, consideramos, de modo geral, os trabalhos publicados entre os anos de 2010 e 2020 para obter um panorama mais atualizado das pesquisas. No entanto, não aplicamos essa delimitação temporal na busca por trabalhos que articulam FPS e EI, pois essa articulação está diretamente relacionada à tese desta pesquisa.

Na busca de trabalhos relacionados ao desenvolvimento de FPS, utilizamos os descritores “Higher Psychological Processes”, “Funções Psicológicas Superiores”, “Funções Psíquicas Superiores” e “Funções Mentais Superiores”, respectivamente. A essas expressões, também acrescentamos o termo “AND Ensino de Ciências” e “AND Science Education”. Foram encontradas várias pesquisas (Tabela 1), sendo muitas delas relacionadas à psicologia educacional. Ressalta-se que classificamos como “selecionados” os trabalhos que identificam e/ou analisam, explicitamente, FPS em situações de ensino/aprendizagem, embora tenhamos realizado leitura flutuante¹⁷ de todos os trabalhos.

Tabela 1 - Trabalhos acadêmicos sobre Funções Psicológicas Superiores identificados nas bases de dados.

BASE DE DADOS	Catálogo de Teses e Dissertações	SciELO	Portal de Periódicos
DESCRITORES	Trabalhos identificados	Trabalhos identificados	Trabalhos identificados
Higher Psychological Processes, Funções Psicológicas Superiores, Funções Psíquicas Superiores ou Funções Mentais Superiores	251	14	2.664
Higher Psychological Processes, Funções Psicológicas Superiores,	17	0	478

¹⁷ Para Bardin (2016, p. 126), a leitura flutuante “[...] consiste em estabelecer contato com os documentos a analisar e em conhecer o texto deixando-se invadir por impressões e orientações”.

Funções Psíquicas Superiores ou Funções Mentais Superiores AND Ensino de Ciências/ Science Education			
TOTAL DE TRABALHOS SELECIONADOS		42	

Fonte: Catálogo de Teses e Dissertações, SciELO, Portal de Periódicos CAPES/MEC.

A maioria das pesquisas traz reflexões sobre a influência do processo de escolarização no desenvolvimento de FPS em crianças dos primeiros anos do Ensino Fundamental ou em idade pré-escolar. Elas enfocam, principalmente, a importância do desenvolvimento da linguagem para o psiquismo infantil. Outros trabalhos, como os de Pinheiro (2014) e Sartori (2016), buscaram analisar o desenvolvimento de várias FPS em jogos com regras explícitas (jogo da memória, damas, cara a cara) nos anos iniciais e situações de interação na Educação Infantil, respectivamente. Algumas pesquisas também tratam do desenvolvimento psíquico em alunos com deficiências intelectuais, como os estudos de Padilha (2017) e Mori *et al.* (2017).

Encontramos poucos trabalhos na área do ensino de Ciências que analisam de forma mais aprofundada o desenvolvimento de FPS. Entre eles, destacamos as pesquisas de Santana (2012), Santos (2016), Nunes (2016) e Leggett (2017). Santana (2012) e Santos (2016) analisaram as contribuições de jogos didáticos com conteúdos de química no desenvolvimento de FPS, como emoção, imaginação, percepção, atenção, memória, pensamento, linguagem, abstração e generalização; já Nunes (2016) investigou o desenvolvimento da memória em atividades de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Leggett (2017) estudou a influência dos professores no desenvolvimento da criatividade em crianças australianas. De modo geral, tais trabalhos ressaltam a importância da mediação pedagógica e concebem a formação de conceitos científicos como um fator importante para o desenvolvimento das FPS.

Na revisão de trabalhos relacionados ao Ensino por Investigação, utilizamos os termos “Ensino por Investigação”, “Ensino por Investigação AND Ensino de Ciências”, “Atividades Investigativas”, “Atividades Investigativas AND Ensino de Ciências”, respectivamente. Também utilizamos o descritor “Inquiry Based Learning”

para investigação de trabalhos em língua inglesa. Nessa busca, encontramos um elevado número de trabalhos relativos à temática (Tabela 2), dos quais selecionamos 110 por meio da área do conhecimento, leitura do título e do resumo. Todos os trabalhos selecionados centram suas reflexões sobre o desenvolvimento de atividades investigativas com alunos da Educação Básica.

Tabela 2 - Trabalhos acadêmicos sobre o Ensino por Investigação identificados nas bases de dados.

BASE DE DADOS	Catálogo de Teses e Dissertações	SciELO	Portal de Periódicos
DESCRITORES	Trabalhos Identificados	Trabalhos Identificados	Trabalhos Identificados
"Ensino por Investigação" OR "Atividades Investigativas"	462	45	494
"Ensino por Investigação AND Ensino de Ciências" e "Atividades Investigativas AND Ensino de Ciências"	133	17	234
"Inquiry Based Learning"	14	4	4.739
TOTAL DE TRABALHOS SELECIONADOS		110	

Fonte: Catálogo de Teses e Dissertações, SciELO, Portal de Periódicos CAPES/MEC.

Na análise dos trabalhos, constatamos que as pesquisas concebem o EI por meio de diferentes visões. Isso vai ao encontro das ideias de Zômpero e Laburú (2011), que apontam a existência de várias abordagens para o EI. Mesmo com essa variedade, os diferentes pesquisadores concordam que o Ensino por Investigação possibilita, entre outras coisas, aprimoramento de habilidades cognitivas, reflexões sobre a natureza da Ciência e articulação entre saberes científicos e sociedade. De acordo com alguns trabalhos de reflexão teórica sobre o assunto, como os de Munford e Lima (2007), Andrade (2011) e Zômpero e Laburú (2011), o uso de atividades investigativas vem se difundindo no Brasil (o que pode justificar o crescente número de trabalhos e a utilização de várias abordagens), apesar de ainda não ser uma prática amplamente utilizada nas escolas (GOUW; FRANZOLIN; FEJES, 2013).

Em relação à área do conhecimento e ao público-alvo dos trabalhos selecionados, verificamos que a maioria corresponde ao ensino de Física e foi

desenvolvida com alunos do Ensino Médio. Entretanto, há pesquisas que desenvolveram e ressaltam a importância do uso de atividades investigativas desde os primeiros anos do Ensino Fundamental, como as de Solino e Gehlen (2015) e Brito e Fireman (2016). Além disso, algumas propostas têm caráter interdisciplinar, como as de Cruz (2015) e Carvalho (2016).

Como mencionado, os trabalhos apresentam diferentes enfoques e metodologias que, na maioria dos casos, não se restringem ao ensino de conceitos. Isso corrobora o estudo Ferraz e Sasseron (2017), quando afirmam que o Ensino por Investigação favorece a integração de diferentes práticas metodológicas e didáticas que variam conforme o perfil do professor e os recursos à disposição.

Quanto aos enfoques dos trabalhos, observamos que as atividades investigativas podem apresentar diferentes finalidades, entre elas: *desenvolvimento da capacidade de argumentação* (SASSERON; CARVALHO, 2011b, 2014; MOTOKANE, 2015; FERRAZ; SASSERON, 2017), *promoção da alfabetização científica* (VINTURI *et al.* 2014; MIRANDA; SUAR; MARCONDES, 2015; BRITO; FIREMAN, 2016), *construção de conceitos no ensino de Ciências* (MAXIMO; SOARES, 2013; BELLUCCO; CARVALHO, 2014; LORENZONI; RECENA, 2017; ZOMPERO; FIGUEIREDO; GARBIM, 2017), *desenvolvimento de práticas epistêmicas, habilidades e competências* (ZULIANI *et al.* 2012; NASCIMENTO; SILVA; FREIRE, 2014) e *verificação das contribuições do Ensino por Investigação* (BOSSLER *et al.* 2009). Destacamos que essas finalidades raramente aparecem isoladas nas pesquisas.

Também encontramos diferentes denominações para o conjunto de atividades (aulas) com abordagem investigativa, entre elas: Sequência de Ensino Investigativa (SEI) (CARVALHO, 2013), Demonstração Experimental Investigativa (DEI) (BRAGA, 2010), Sequência de Ensino de Biologia Baseada em Investigação (SEEBI) (TONIDANDEL, 2013), Sequência Didática Investigativa (SDI) (MOTOKANE, 2015) e atividades/aulas experimentais investigativas (MAXIMO; SOARES, 2013; BASSOLI, 2014). Essa variação de terminologias certamente advém das diferentes abordagens do EI, mesmo que tais abordagens apresentem pontos em comum, como a existência de um problema de investigação, formulação de hipóteses, planejamento do processo investigativo, interpretação de informações e divulgação dos dados (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

No contexto de pesquisas sobre o EI, também consideramos pertinente apontar o trabalho de Soares e Trivelato (2019). As autoras realizaram análise das características de artigos publicados sobre o EI a partir dos três domínios do conhecimento científico apresentados por Duschl¹⁸. Em todos os trabalhos analisados, identificaram-se características do domínio epistêmico, o que pode ser decorrente das aproximações que o EI faz com cultura científica (SOARES; TRIVELATO, 2019). Apesar da predominância dos aspectos epistêmicos, os fatores conceituais e sociais também foram apontados como elementos importantes na implementação do EI, segundo as autoras. Além disso, os artigos apresentaram características indicadas pelo *National Research Council* (2000).

Em relação à fundamentação pedagógica das pesquisas desta revisão, verificamos se e quais teóricos educacionais foram utilizados com o objetivo de analisar trabalhos que se respaldam em ideias da perspectiva histórico-cultural. As concepções de Vigotski entremeiam alguns dos trabalhos analisados e, na maioria deles, aparecem aliadas a ideias de outros teóricos, como Bakhtin (SOUZA, 2012), Ausubel (BRAGA, 2010; GOBBI, 2016), Leontiev (COURA, 2016) e Zabala (MOTA, 2016). Nos trabalhos, as discussões relacionadas à perspectiva histórico-cultural fundamentam-se, principalmente, no processo de aprendizagem e desenvolvimento, no processo de formação conceitual, na mediação semiótica, na relação entre conceitos cotidianos e científicos e na função do problema na visão vigotskiana.

Na busca, identificamos apenas um trabalho que realizou articulações entre o EI e as FPS. Em sua tese de doutorado, Pereira (2014) desenvolveu uma pesquisa com alunos do Ensino Médio e defendeu a ideia de que a aprendizagem de Física, na perspectiva do EI, é influenciada e permeada por memórias mediadas. A concepção de memória adotada pela pesquisadora se fundamenta em ideias de Vigotski. Também destacamos o estudo de Zompero, Gonçalves e Laburú (2017), que se ancora na Neuropsicologia. Nele, os autores analisam e discutem como as atividades de investigação auxiliam o desenvolvimento de habilidades cognitivas (como a capacidade de observar, registrar, analisar dados e argumentar) e ativam Funções Executivas, que são um conjunto de atividades mentais tipicamente humanos.

¹⁸ Tratam-se dos domínios conceituais, epistêmicos e sociais do conhecimento científico.

Diante das considerações estabelecidas neste capítulo, vislumbramos o EI como uma das principais alternativas para a promoção de um dos principais objetivos do Ensino de Ciências: a alfabetização científica. Como essa abordagem requer grande esforço intelectual por parte dos alunos, ela emerge como um meio para a análise e investigação de indícios de processos mais profundos relacionados à aprendizagem e à construção de conhecimentos científicos, como a mobilização de FPS. O EI não só se articula à parte neuropsicológica estudada na Teoria Histórico-Cultural, mas também à relação do caráter histórico e social da construção dos conhecimentos, ao papel do professor e da problematização na mediação da aprendizagem, à participação ativa do aluno na produção do próprio conhecimento, ao trabalho em grupo e, ao desenvolvimento da linguagem e raciocínio científico. Por fim, o entrelaçamento do EI com as perspectivas interacionistas pode enriquecer e aprofundar reflexões sobre os processos de aprendizagem e desenvolvimento no Ensino de Ciências.

CAPÍTULO 2: AS FUNÇÕES PSICOLÓGICAS SUPERIORES NA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Neste capítulo apresentamos fundamentos da Teoria Histórico-Cultural que foram importantes para fundamentar e compreender os indícios de mobilização de FPS que surgiram durante a análise dos dados. Iniciamos com apontamentos sobre Vigotski e sua teoria. Em seguida, discutimos sobre a constituição e desenvolvimento das FPS e, por fim, tecemos considerações sobre as características das principais FPS.

2.1 APONTAMENTOS SOBRE VIGOTSKI E A TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Em 17 de novembro de 1896, na cidade de Orsha, Bielorrússia, nasceu Lev Semyonovich Vygotsky, um dos pioneiros dos estudos sobre a psicologia do desenvolvimento humano. Vygotsky faleceu prematuramente, aos 38 anos, em 1934, vítima de tuberculose. Mesmo assim, deixou inúmeras contribuições para o entendimento da psique humana. Embora incompletas, suas ideias foram usadas em várias áreas de conhecimento, sobretudo na educação, e ampliaram-se por meio de seus colaboradores, como Luria e Leontiev. Vigotski se dedicou ao estudo de diversas áreas, entre elas a psicologia, pedagogia, filosofia, literatura, deficiência física e mental (OLIVEIRA, 1993). Esses estudos se refletem claramente em suas obras.

O nome do teórico russo tem sido grafado de diferentes formas na literatura ocidental, como Vygotsky, Vigotsky, Vygotski, Vigotskii, Vigotski, entre outras. Nesta pesquisa, adotamos a grafia “Vigotski” de forma usual, exceto em referências e citações, as quais são escritas conforme a grafia do texto original. Outro ponto, é a nomenclatura atribuída à psicologia delineada por Vigotski. Nesta pesquisa chamamos de Teoria Histórico-Cultural, assim como adotam Pino (2000) e Duarte (1996, 2001), embora haja outras denominações designadas à teoria vigotskiana na literatura.

Vigotski viveu na Rússia pós-revolução, um momento histórico conturbado em que o país pedia na economia, saúde e educação. Esse cenário serviu de pano de fundo para Vigotski, ao lado de seus colaboradores, formular delineamentos de uma

teoria, baseada no método e nos princípios do materialismo dialético, que contrapôs vários postulados da psicologia clássica e considerou o homem como um produto das relações sócio-culturais. Atualmente, sua teoria é amplamente divulgada e valorizada no ocidente, apesar de em épocas anteriores ter sido banida pelo regime stalinista entre 1936 e 1956, assim como outros trabalhos na área da psicologia.

A fim de evitar reducionismos e simplificações, Vigotski realizou experiências e construiu modelos para explicar o funcionamento psicológico humano, à luz da filogênese e ontogênese, sempre com fundamentos e críticas a nomes da psicologia clássica, como Jean Piaget. A Teoria Histórico-Cultural se destaca como resposta a um grande problema que existia na psicologia clássica: o dualismo mente-corpo, natureza-cultura e consciência-atividade (LUCCI, 2006). Para Vigotski, esse dualismo não ajudava a explicar as funções psicológicas tipicamente humanas. Para superar esse quadro, Vigotski propôs sua teoria que tem como principal objetivo “[...] caracterizar os aspectos tipicamente humanos do comportamento e elaborar hipóteses de como essas características se formaram ao longo da história humana e de como se desenvolvem durante a vida de um indivíduo.” (VYGOTSKI, 1991, p. 17).

O cerne da Teoria Histórico-Cultural é a compreensão da origem, história e desenvolvimento das Funções Psicológicas Superiores, que caracterizam o homem como um ser completamente diferente de outros animais em termos cognitivos. Podemos dizer, conforme destaca Oliveira (1993), que o pensamento de Vigotski apresenta três ideias principais: 1) as FPS apresentam base biológica; 2) a atividade psicológica humana se fundamenta nas relações histórico-sociais; 3) a relação do ser humano com mundo é um processo mediado por sistemas simbólicos.

Entre os conceitos da Teoria Histórico-Cultural que são fundamentais na área da educação destacamos: relação entre cérebro e psiquismo; desenvolvimento das Funções Psicológicas Superiores; relação entre instrumentos e símbolos; mediação semiótica e aprendizagem mediada; relação entre aprendizagem e desenvolvimento e a ZDP; processo de internalização; processo de imitação; processo de elaboração conceitual; relação entre conceitos cotidianos e conceitos científicos. Todos esses conceitos aparecem de forma explícita ou implícita ao longo deste trabalho e foram fundamentais para a análise e construção dos dados da pesquisa.

2.2 CONSTITUIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DAS FUNÇÕES PSICOLÓGICAS SUPERIORES

O pilar da teoria de Vigotski é a compreensão da origem, história e desenvolvimento das Funções Psicológicas Superiores (FPS). Diferente das funções elementares¹⁹, que se caracterizam por serem processos biológicos e diretamente determinados pela estimulação ambiental, as FPS são de origem histórico-cultural e o desenvolvimento delas está condicionado à internalização de significados pelo processo de mediação. Sendo assim, as FPS aparecem primeiro em atividades coletivas, sociais, como função intersíquica, e depois em atividades individuais, internas ao pensamento, como função intrapsíquica. Quanto a isso, Silva (2013, p. 14), fundamentada em Vigotski, ressalta que:

[...] as funções psicológicas superiores se configuram pela apropriação, pela (re)elaboração e pelo uso de recursos mediacionais semióticos (signos) internalizados, os quais não são criados pelo indivíduo e nem descobertos na sua relação direta com o objeto. Ele tem acesso a esses recursos pelo fato de fazer parte de um meio sociocultural.

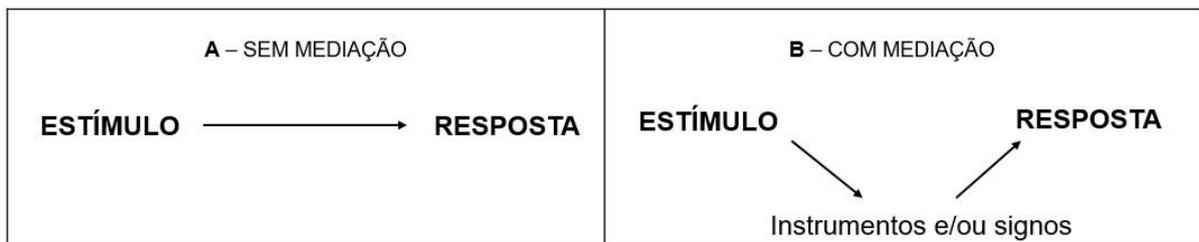
Nesse contexto teórico, Vigotski (1931) considerou como “sociogênese de formas superiores de comportamento” o resultado fundamental da história do desenvolvimento cultural da criança. Assim sendo, é perceptível a importância das interações sócio-culturais para o desenvolvimento cognitivo do ser humano, pois todas as FPS são, a princípio, sociais.

Desse modo, o desenvolvimento das FPS depende do acesso aos sistemas simbólicos construídos historicamente nas relações sociais. Percebe-se, nesta conjuntura, que a mediação, cujo principal fator são os signos, é a responsável pelo desenvolvimento e organização das FPS. Assim, conforme os significados das palavras são internalizados pelas vias da mediação, o desenvolvimento das FPS se eleva. Mas o que é mediação? Como esse conceito está estabelecido na Teoria Histórico-Cultural de Vigotski?

¹⁹ As funções elementares, como a percepção sensorial imediata, a atenção e a memória involuntária, estão presentes em quase todas as espécies animais desde o nascimento. Entretanto, no homem, essas funções sofrem mudanças substantivas, são reconstruídas, tornando-se ações voluntárias e intencionais, devido às interações sócio-culturais (VIGOTSKI, 2007).

A mediação é um dos conceitos centrais para a compreensão do funcionamento psicológico humano. Para Vigotski (2007), a mediação permite que processos simples de estímulo-resposta sejam substituídos por atos complexos e mediados (Figura 1).

Figura 1 - Comparação entre atividade não mediada e mediada.



Fonte: Própria pesquisadora.

Ao longo do desenvolvimento do indivíduo, as ações mediadas se sobressaem sobre as diretas. Na teoria, os elementos mediadores são os *instrumentos* e os *signos*. Os instrumentos (técnicas e ferramentas) medeiam a relação do homem com a natureza, modificam objetos e são de orientação externa ao indivíduo. Outros animais, como chimpanzés, também podem utilizar instrumentos, entretanto, o uso de instrumentos por esses animais difere do homem, pois este os produz de forma deliberada e pode guardá-los para o futuro, passando-os às próximas gerações. Já os signos (linguagem, escrita, sistema numéricos, entre outros) são dirigidos para o controle do próprio indivíduo, desse modo, são de orientação interna.

Assim que os signos, como a fala, são incorporados às ações de um indivíduo, tais ações se modificam completamente. As formas de comportamento elementares, que antes pressupunham uma ação direta a um problema, passam a requerer um elo intermediário entre o estímulo e a resposta, que é o signo. Os signos agem sobre o indivíduo e não sobre o ambiente, por esse motivo “[...] o impulso direto para reagir é inibido, e é incorporado um estímulo auxiliar que facilita a complementação da operação por meios indiretos” (VIGOTSKI, 2007, p. 34).

As operações com signos surgem como resultados de um processo longo e complexo. Desse jeito, “[...] a atividade de utilização de signos nas crianças não é inventada e tampouco ensinada pelos adultos” (VIGOTSKI, 2007, p. 41); ela surge,

em vez disso, de operações sem signos que se tornam operações com signos depois de várias transformações qualitativas. Para o teórico:

[...] cada uma dessas transformações cria as condições para o estágio seguinte e é, em si mesma, condicionada pelo estágio precedente; dessa forma, as transformações estão ligadas como estágios de um mesmo processo e são, quanto à sua natureza, históricas. (VIGOTSKI, 2007, p. 41).

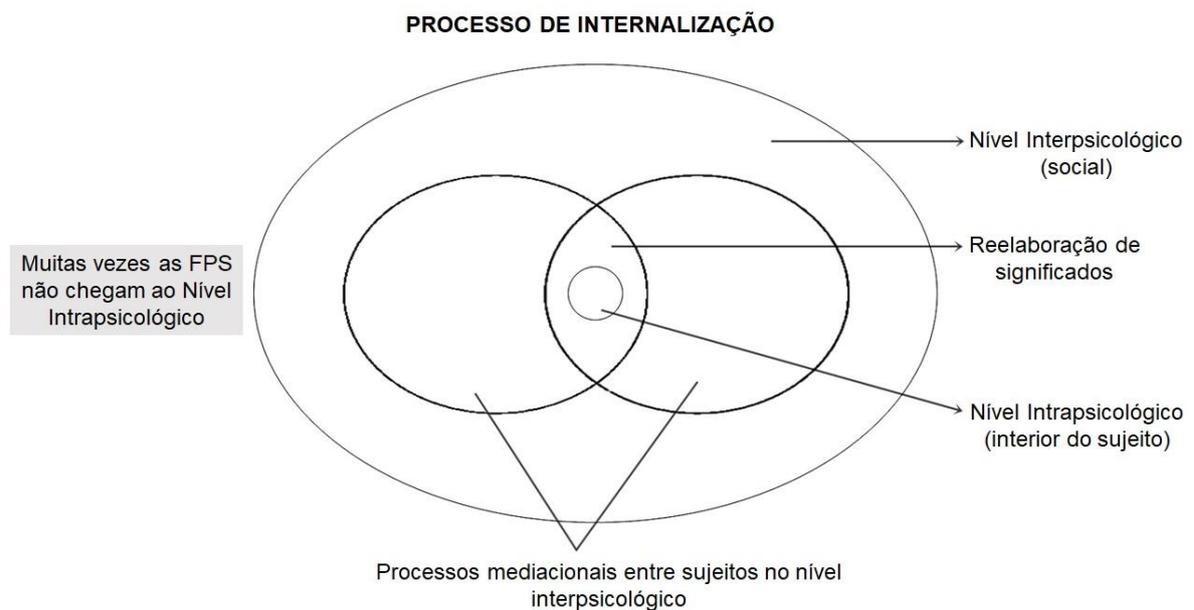
Da mesma forma, as FPS surgem ao longo do curso geral de desenvolvimento cognitivo como resultado de um processo dialético “[...] e não como algo que é introduzido de fora ou de dentro”. (VIGOTSKI, 2007, p. 41). Vigotski (2007) afirma ainda que a história do desenvolvimento cultural da criança, ou seja, das formas superiores de comportamento, nasce do entrelaçamento entre duas linhas qualitativamente diferentes e de origens distintas: os processos elementares (de origem biológica) e as Funções Psicológicas Superiores (de origem sociocultural).

Conforme os pressupostos em discussão, a transição para o uso de atividades mediadas não ocorre por meio de um sistema de atividades predeterminadas organicamente na criança; as formas superiores de pensamento, decorrentes de mudanças qualitativas nas operações psicológicas elementares por meio do uso de instrumentos e signos, são resultados do processo de *internalização*. Vigotski considera a internalização como uma “[...] reconstrução interna de uma operação externa” (VIGOTSKI, 2007, p. 56). O teórico também discute que o processo de internalização passa por uma série de mudanças: a primeira se refere a operações que, inicialmente, representam atividades externas e que, quando reconstruídas, começam a ocorrer internamente. Segundo ele, todas as FPS passam, inevitavelmente, por um estágio externo de desenvolvimento antes de se tornarem internas, após sucessivas mudanças.

Vale mencionar que no contexto da teoria, a palavra “externo” significa “social”. A segunda trata da transformação de processos interpessoais em intrapessoais. Para Vigotski, todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro em *nível interpsicológico* e segundo em *nível intrapsicológico*. No começo, as FPS se manifestam na vida coletiva, no meio social, e só depois aparecem no interior da própria criança, de maneira intrapessoal (VYGOTSKY, 1931). Na terceira, Vigotski (2007, p. 58) afirma que “[...] a transformação de um processo interpessoal num processo intrapessoal é o resultado

de uma longa série de eventos ocorridas ao longo do desenvolvimento”, assim, o processo de internalização continua a existir e a mudar como uma forma externa de atividade por um longo tempo, antes de se internalizar permanentemente, sendo que para muitas funções o nível interpsicológico dura para sempre. O processo de internalização, conforme Vigotski, se aplica a todas as FPS. Apresentamos um esquema de internalização das FPS na Figura 2.

Figura 2 - Esquema da internalização das Funções Psicológicas Superiores.



Fonte: Própria pesquisadora.

Segundo a teoria, nós nos tornamos nós mesmos por meio dos outros. Os instrumentos e os signos, criados ao longo da história da humanidade, transformam o nível de pensamento psicológico dos indivíduos e orientam o comportamento do homem de distintas formas, diferenciando-o de outros animais. Conforme Silva (2013), a combinação desses mediadores na atividade psicológica caracteriza as FPS.

Mas o que motivou o estudo dessas funções que são a base da Teoria Histórico-Cultural? Quanto a isso, Vygotsky (1931) mencionou a existência de um vasto campo de estudo acerca da história do desenvolvimento das FPS. Diante disso, o teórico passa a estudar o desenvolvimento dessas funções, dando novos delineamentos a concepções tradicionais, que, para ele, eram “errôneas” e

“unilaterais” por serem incapazes de considerar os processos psicológicos superiores como “[...] atos do desenvolvimento histórico, porque os julga [...] como processos e formações naturais, confundindo o natural e o cultural, o natural e o histórico, o biológico e o social no desenvolvimento psíquico da criança.” (VYGOTSKY, 1931, p. 2, tradução nossa). Com base nisso, Vygotsky (1931) ressaltou que a velha psicologia empírica subjetiva e a nova psicologia objetiva (behaviorismo americano e reflexologia russa) se situavam no mesmo plano, reduzindo processos superiores complexos a elementares e desprezando as peculiaridades e leis específicas do desenvolvimento cultural do comportamento. Além disso, para ambas, o pensamento científico não é dialético.

Diante desses problemas, Vygotsky (1931) estabelece seus experimentos investigando a fundo três conceitos fundamentais: o conceito de FPS, o conceito de desenvolvimento cultural do comportamento e o conceito de domínio dos próprios processos do comportamento. E que funções são essas? À luz dos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural, passamos agora à discussão das características de algumas FPS, entre as quais destacamos: *pensamento e linguagem, sensações e percepção, memória, atenção, abstração, imaginação, emoções e sentimentos*. Importa mencionar que outras FPS também são caracterizadas na Teoria Histórico-Cultural, mas optamos por descrever aquelas que, efetivamente, buscaremos indícios nas análises dos dados.

Ao estudar a psicologia do homem cultural adulto, Vigotski sempre remete a estudos sobre a evolução biológica dos animais até o ser humano, sobre a evolução histórico-cultural, que resultou na transformação do homem primitivo no homem cultural-moderno e sobre a ontogênese, em que a criança atravessa vários estágios até se tornar um adulto cultural. É por isso que em muitos momentos abordaremos as FPS com base nessas trajetórias, principalmente a do desenvolvimento da criança. Para discutir tais funções, apresentamos contribuições de vários teóricos seguidores da teoria. Nessa discussão, delineamos princípios e traços essenciais dessas funções que foram importantes para a compreensão dos indícios que surgiram durante as atividades empreendidas nesta pesquisa.

2.2.1 *Pensamento e a linguagem*

O pensamento e a linguagem são funções que se relacionam e se modificam constantemente durante o processo de desenvolvimento filogenético e ontogenético. Ao analisar as relações entre *pensamento* e *linguagem*, Vigotski traçou, experimentalmente, uma trajetória genética dessas funções com fundamentos em estudos da psicologia comparativa. A partir de seus experimentos e análises, Vigotski (2009) chegou a algumas conclusões fundamentais que ajudaram a entender o relacionamento entre pensamento e linguagem. Entre elas, destaca-se o fato de essas funções possuírem raízes genéticas diferentes, tanto na filogênese quanto na ontogênese. Até certo ponto, as linhas de desenvolvimento dessas funções percorrem caminhos diferentes e independentes. No entanto, em determinado momento do desenvolvimento da pessoa, essas linhas, antes autônomas, cruzam-se. Para Vigotski (2009), o cruzamento de ambas as linhas de desenvolvimento é um fato fundamental que diferencia o homem de outros animais.

Após o cruzamento entre as linhas de desenvolvimento, o pensamento se torna verbalizado e a linguagem/fala se torna intelectual (VIGOTSKI, 2009). Com base em Stern²⁰, Vigotski identifica esse momento durante o desenvolvimento infantil, quando finalmente a criança descobre que cada coisa tem o seu nome. É nesse estágio de desenvolvimento, por volta de dois anos, que a palavra começa a exercer a função de signo. Antes disso, a palavra não era um símbolo, mas sim apenas uma das várias propriedades dos objetos. Antes de começar a falar, o pensamento da criança também estava estreitamente relacionado à atividade prática, ou seja, a criança pensa enquanto atua. Conforme escrevem Menchinskain, Smirnov e Shemiakin (1978, p. 268, tradução nossa), o pensamento da criança “[...] não antecede as ações e se desenvolve simultaneamente com o processo de atividade”. Os mesmos autores salientam ainda:

O fato de a criança começar a falar tem uma influência extraordinária no desenvolvimento do pensamento infantil. As palavras com as quais as crianças expressam as características gerais das coisas e os fenômenos reais são essenciais para que possam generalizar suas experiências e assimilar o conhecimento generalizado de outras pessoas. A linguagem influencia como elemento direto no desenvolvimento de todos os processos psíquicos da criança e, sobretudo, em suas funções cognitivas (MENCHINSKAIN; SMIRNOV; SHEMIAKIN, 1978, p. 268, tradução nossa).

²⁰ Foi um psicólogo e filósofo, pioneiro da psicologia da personalidade e inteligência, considerado uma das maiores autoridades em psicologia diferencial. Foi ele quem criou o conceito de quociente de inteligência, comumente chamado de QI.

Quando a criança começa a falar, passa a reconhecer a palavra como um símbolo e o seu vocabulário se amplia de forma extremamente rápida à medida que pergunta o nome de todas as coisas, mesmo que o significado das palavras ainda não tenha o mesmo grau de generalização que apresenta para os adultos. Nesse contexto, “[...] a própria criança necessita da palavra e procura ativamente assimilar o signo pertencente ao objeto, signo esse que lhe serve para nomear e comunicar.” (VIGOTSKI, 2009, p. 131).

É importante salientar que essa “descoberta” só é possível quando a criança atinge um nível elevado de desenvolvimento e de linguagem, pois “[...] para ‘descobrir’ a linguagem é necessário pensar.” (VIGOTSKI, 2009, p. 133). Outro ponto importante esclarecido por Vigotski é o fato de o pensamento e linguagem não estarem interligados a todo o momento no comportamento do adulto; essa relação existe de forma contundente apenas no *pensamento verbalizado*. Desse modo, o pensamento pode operar sem a linguagem em várias atividades como nos campos do pensamento instrumental e técnico e do intelecto prático (VIGOTSKI, 2009).

Em suma, pode-se afirmar que o pensamento e a linguagem dependem e surgem da experiência sociocultural do indivíduo:

[...] o desenvolvimento do pensamento e da linguagem depende dos instrumentos de pensamento e da experiência sociocultural da criança. Basicamente, o desenvolvimento da linguagem interior depende de fatores externos: o desenvolvimento da lógica na criança, como demonstraram os estudos de Piaget, é uma função direta de sua linguagem socializada. O desenvolvimento do pensamento da criança depende de seu domínio dos meios sociais do pensamento, isto é, da linguagem (VIGOTSKI, 2009, p. 149).

Diante disso, Vigotski (2009) concluiu que o desenvolvimento não é uma simples continuação de outro, pois ocorre uma mudança no próprio desenvolvimento, do biológico para o histórico-social. Essa característica não se aplica apenas ao pensamento e à linguagem, mas a todas as FPS. Fica perceptível que as funções psicológicas tipicamente humanas não surgem de forma espontânea e natural, apesar de suas bases estarem na filogênese; elas evoluem e se transformam à medida que o indivíduo se relaciona no meio sócio-histórico-cultural.

Em seguida, abordaremos algumas características específicas do pensamento e da linguagem. Para isso, recorreremos aos trabalhos de Menchinskain, Smirnov, Shemiakin (1978) e Zhinkin (1978), seguidores de Vigotski.

2.2.1.1 Características gerais do pensamento

O pensamento tipicamente humano está fundamentado em atividades racionais. Ao tentar resolver algum problema, não é suficiente ao homem recorrer à percepção ou às sensações, para isso é necessário utilizar conhecimentos já adquiridos, recordar-se de fatos concretos. Para haver mudanças na realidade é necessário prever resultados e buscar meios para que o fim proposto seja alcançado. É o pensamento que permite ao homem resolver problemas por caminhos indiretos “[...] mediante conclusões derivadas dos conhecimentos que já se tem”. (MENCHINSKAIN; SMIRNOV; SHEMIAKIN, 1978, p. 232, tradução nossa).

Essa atividade do pensamento deve se apoiar nas leis da realidade, em fatos concretos e na *generalização*²¹ de fenômenos isolados. Importante destacar que a generalização é uma característica fundamental do pensamento. Conforme descrevem Menchinskain, Smirnov e Shemiakin (1978, p. 232, tradução nossa), “[...] o pensamento é o reflexo generalizado da realidade”. E essa generalização se dá por meio da palavra: ela é o signo dos objetos que são percebidos de forma isolada e/ou geral e vice-versa a depender do grau de generalização em que o indivíduo se encontra; ao expressar com palavras aquilo que se pensa, o homem vai além da percepção ou das sensações.

Outra característica importante do pensamento é que ele está ligado à atividade prática, ou seja, ao mundo concreto. Por maior que seja o nível de abstração, é na atividade prática que se encontra a origem da atividade racional:

[...] a prática serve como critério para a veracidade do pensamento [...]. As generalizações e conclusões que o indivíduo faz partindo de princípios gerais são comprovadas na prática. Ela faz alterações na atividade racional, desempenha um papel corretivo nesta. É também na prática onde os resultados da atividade racional são utilizados. (MENCHINSKAIN; SMIRNOV; SHEMIAKIN, 1978, p. 234, tradução nossa).

²¹ A generalização é a “separação mental do geral em objetos e fenômenos da realidade e, com base nela, é a sua unificação mental” (MENCHINSKAIN; SMIRNOV; SHEMIAKIN, 1978, p. 239, tradução nossa).

As bases fisiológicas do pensamento, assim como as leis gerais da lógica, são iguais para todas as pessoas. O que muda é o *conteúdo* do pensamento e o sistema de *operações racionais* que exigem diferentes graus de abstrações e generalizações, conforme os conhecimentos se modificam nos contextos histórico-sociais. As operações racionais ajudam o ser humano a compreender a realidade que o rodeia. Elas são atividades inerentes ao pensamento que se desenvolvem conforme os significados culturais são internalizados. Entre elas se destacam a análise e síntese, a comparação, a generalização, a sistematização, a abstração e a concreção.

Entre todas as outras, a *análise* e a *síntese* são operações de especial importância, pois o pensamento é uma FPS que funciona em diferentes graus de atividade analítico-sintética. A análise consiste na separação mental do todo em suas partes, ou na separação mental de algumas qualidades, ou aspectos isolados de determinado objeto. Já a síntese funciona de maneira oposta e consiste na reunião mental das partes, qualidades ou aspectos em um todo (MENCHINSKAIN; SMIRNOV; SHEMIAKIN, 1978). Ambas as operações, apesar de antagônicas, são inseparáveis e funcionam de forma conjunta no pensamento.

Quando lemos, separamos diferentes frases, palavras e letras do texto e, ao mesmo tempo, vinculamo-las: reunimos letras em palavras, palavras em frases, frases em uma ou em outras partes do texto. Quando se descreve um acontecimento, alguns episódios isolados se decompõem mentalmente; mas, ao mesmo tempo, eles se relacionam entre si, há dependência entre eles. O mesmo ocorre em todas as atividades do pensamento. (MENCHINSKAIN; SMIRNOV; SHEMIAKIN, 1978, p. 237, tradução nossa).

A análise e a síntese permitem o desenvolvimento da *comparação*, a operação racional que compara objetos, estabelecendo semelhanças e diferenças entre eles. Para comparar, é necessário separar características isoladas dos objetos (análise) e, também, estabelecer relações entre as características ou partes das coisas (síntese). A comparação é muito importante para o conhecimento do mundo real, assim como escrevem Menchinskain, Smirnov e Shemiakin (1978, p. 239, tradução nossa):

[...] tudo o que existe se conhece por meio da comparação entre objetos e fenômenos semelhantes ou diferentes. Somente ao comparar objetos e fenômenos, o homem pode se orientar no mundo que o rodeia, pode reagir da mesma maneira diante de objetos semelhantes e agir de maneira diferente de acordo com a diferença entre eles. (MENCHINSKAIN; SMIRNOV; SHEMIAKIN, 1978, p. 239, tradução nossa).

A comparação é um princípio indispensável para a *generalização*. É por meio da comparação que o homem consegue identificar o que há de geral nos objetos, se eles são parecidos, se podem ser agrupados mentalmente em um mesmo grupo, se é possível generalizar. Ao realizar generalizações, o pensamento tipicamente humano também realiza a *sistematização*, que consiste na distribuição mental de objetos e/ou fenômenos em grupos e subgrupos de acordo com semelhanças e diferenças entre eles (MENCHINSKAIN; SMIRNOV; SHEMIAKIN, 1978). A sistematização é uma operação muito relevante em várias atividades humanas, destaque, por exemplo, as classificações científicas, como a Taxonomia²², que tem como base a sistematização. Ambas operações, generalização e sistematização, também são importantes durante o processo de formação de conceitos, que será discutido mais adiante.

A generalização também está intimamente relacionada à *abstração*, que compreende a omissão de características que diferenciam os objetos ou fenômenos. “O homem não poderia generalizar se não omitisse as diferenças entre o que generaliza. É impossível unir mentalmente todas as árvores se não abstrairmos das diferenças que existem entre elas” (MENCHINSKAIN; SMIRNOV; SHEMIAKIN, 1978, p. 240, tradução nossa). Assim como a generalização, a abstração está ligada à linguagem, mais especificamente, à palavra. Por meio da palavra é possível pensar em algo suprimindo características isoladas dos objetos: “[...] as palavras representam uma abstração da realidade e permitem a generalização, que constitui o pensamento superior especificamente humano e pessoal” (PAVLOV, 1951 *apud* MENCHINSKAIN; SMIRNOV; SHEMIAKIN, 1978, p. 240).

Ao contrário da abstração, a *concreção* se apoia nas particularidades dos objetos ou fenômenos que correspondem a determinado contexto geral. O pensamento concreto está relacionado ao pensamento generalizado, pois permite a

²² Conforme o dicionário Michaelis (on-line), a taxonomia “[...] é a ciência que trata da classificação e descrição dos seres vivos, animais ou vegetais, quer em grupo, quer individualmente, quer abrangendo todos os grupos, como na biotaxonomia”.

análise de casos/características/exemplos particularidades de um contexto geral à medida que os relaciona à experiência sensorial, aos fatos concretos.

A concreção nos aproxima do que percebemos por meio da experiência sensorial, do que é mais objetivo e mais conhecido. É precisamente aqui que reside sua importância essencial para compreender o geral. [...]. O aluno sempre entende melhor as explicações do professor quando este mostra exemplos e casos concretos para os termos gerais que foram explicados. (MENCHINSKAIN; SMIRNOV; SHEMIAKIN, 1978, p. 241, tradução nossa).

Além das operações racionais descritas, destacamos o papel da compreensão na atividade racional. A compreensão pode ser evidenciada em várias situações, como na classificação de um objeto em uma determinada categoria, na descoberta das origens e do desenvolvimento de fenômenos, na elucidação das causas de um acontecimento e/ou suas consequências, no entendimento da estrutura de objetos e seus funcionamentos, entre outras (MENCHINSKAIN; SMIRNOV; SHEMIAKIN, 1978).

Em todo caso, só se alcança a compreensão pelo estabelecimento de conexões com conhecimentos já assimilados, ou seja, por meio da experiência anterior. Essas conexões não significam que compreender é, apenas, lembrar de conhecimentos já adquiridos, mas também atualizar tais conexões, que se modificam pelo entrelaçamento do novo com o já conhecido (MENCHINSKAIN; SMIRNOV; SHEMIAKIN, 1978).

A compreensão se manifesta, sobretudo, pela linguagem (expressão verbal) e pelas atitudes (uso dos princípios na prática), e, a melhor maneira de descobrir como determinado fenômeno foi compreendido é realizando perguntas. Por meio das respostas a perguntas é que podemos avaliar a compreensão de um indivíduo sobre determinado assunto (MENCHINSKAIN; SMIRNOV; SHEMIAKIN, 1978).

As atividades práticas se revelam como essenciais não apenas para avaliar a compreensão, mas para facilitá-la. Isso porque essa operação racional se apoia na conexão entre abstrato/concreto (MENCHINSKAIN; SMIRNOV; SHEMIAKIN, 1978). Dessa forma, muitas vezes a comunicação verbal não é o suficiente para garantir a compreensão, sendo necessário, e aconselhável, a manipulação/observação de objetos/fenômenos reais.

Em suma, o pensamento se desenvolve conforme as operações racionais são exercitadas. O meio em que o indivíduo convive pode ajudar a ampliar experiências e conhecimentos, contribuindo para o exercício dessas operações. Cabe mencionar o importante papel da escola, que deve oferecer um contexto rico em significados. Quando a criança começa a estudar, o pensamento sofre mudanças profundas. Além de ampliar e aprofundar conhecimentos, a escola também apresenta novas exigências ao pensamento, o que estimula a mobilização e desenvolvimento das operações racionais.

Conforme mencionado, a linguagem é uma função intimamente ligada ao pensamento, principalmente no chamado pensamento verbalizado. Em seguida, apresentamos algumas características da linguagem.

2.2.1.2 Características gerais da linguagem

A linguagem é uma necessidade humana e por meio dela os seres humanos comunicam seus pensamentos ou se influenciam. A linguagem, que se manifesta na forma de um idioma²³ no processo de relação entre as pessoas, garante a produção de valores, a autotransformação do ser, da natureza e do trabalho, regulando, assim, toda a atividade humana (ZHINKIN, 1978).

A linguagem está intimamente ligada ao pensamento, pois as palavras expressam generalizações que permitem a existência de conceitos, que são a base do pensamento. Além disso, “[...] somente com a ajuda das formas de pensamento social envolvidas na linguagem o indivíduo pode formular oralmente seu próprio pensamento.” (RUBINSTEIN, 1978, p. 449, tradução nossa). Ao longo da história, a linguagem surgiu no processo de trabalho social ao mesmo tempo que o pensamento e, durante o desenvolvimento histórico-social, desenvolveu-se como unidade do pensamento. No entanto, a linguagem é muito mais do que uma mera conexão com o pensamento, ela está relacionada à consciência como um todo.

²³ Ao escrever sobre a linguagem, Zhinkin destaca a importância do idioma que é o meio de comunicação verbal entre as pessoas. Para o teórico, o idioma é “[...] um fenômeno histórico-social criado pelos povos, que nasce e se desenvolve com a sociedade” (ZHINKIN, 1978, p. 277). Dessa forma, os humanos assimilam a linguagem conforme se apropriam do seu idioma, que possui regras inerentes a cada cultura.

Baseando-se em Marx e Engels, Rubinstein (1978, p. 464, tradução nossa) destaca que: “[...] a linguagem é um componente inseparável da cultura material; sua gênese e seu desenvolvimento só podem ser entendidos em relação à evolução histórico-social do homem, e isso, com base em suas condições de produção”. Assim, segundo o teórico, a linguagem não pode ser explicada por meio de um processo reflexo instintivo, pois não é um produto natural, mas um produto social, e se origina apenas em relação à consciência social. Não por coincidência, essas características se aplicam a outras FPS, que também foram moldadas ao longo da história cultural dos seres humanos e só podem ser entendidas completamente nesse contexto.

Entre as diferentes funções da linguagem, Rubinstein (1978) destaca a função comunicativa e a função semântico-significativa, sendo a comunicação a principal função da linguagem, por meio da qual o ser humano expressa seus pensamentos e influencia os seus iguais. A função comunicativa também abarca outras funções da linguagem, como a função emocional²⁴, que exerce um papel significativo principalmente na linguagem verbal. Já a função semântico-significativa diz respeito ao conteúdo semântico das palavras, ou seja, ao seu significado. Importante considerar que os significados refletem os objetos, símbolos ou signos de forma generalizada e só existem nas relações humanas; fora desse sistema os significados não têm sentido, pois, estes foram gestados no seio da atividade social humana.

A função comunicativa se desenvolve sob a função semântico-significativa e o contrário também é verdadeiro: o grito de um bebê, que inicialmente era uma forma de expressar sua fome (função comunicativa), pode se converter em um sinal para pedir alimento a outra pessoa (função semântico-significativa) e, ao se apropriar do *significado*, o bebê o usa para se *comunicar* com os seus próximos. Esse fato só é possível quando os significados são *compreendidos* entre os indivíduos de uma relação social. Conforme aponta Rubinstein (1978, p. 455, tradução nossa) quando empregamos uma palavra “[...] comprovamos com mais precisão ou de forma mais correta o seu significado que, inicialmente, era pouco conhecido pelo sentido em que

²⁴ Para Rubinstein (1978), a linguagem não é totalmente intelectual, ou seja, não é um mero instrumento do pensamento, pois aspectos emocionais exercem forte influência sobre ela. Para o teórico, as emoções podem se revelar no ritmo da fala, nas pausas, na entonação e nas modulações da voz.

foi entendido pelos outros.”. Sendo assim, a compreensão é um dos aspectos característicos da linguagem.

Ao encontro disso, Zhinkin (1978) afirma que a linguagem apresenta duas funções principais: a *comunicação* e a *estimulação de ações*. O autor destaca que a comunicação dá ao homem a capacidade de exercer diferentes tipos de influência verbal ao aconselhar, oferecer, propor, entre outros. Além disso, conforme o homem comunica seus pensamentos a outras pessoas, também estimula atitudes/ações que transformam o seu meio. Zhinkin (1978) salienta que ambas as funções, a comunicação e a estimulação de ações, podem aparecer simultaneamente em um discurso, sendo que uma sempre predomina sobre a outra.

Outro ponto relevante são os tipos de linguagem, as quais podemos destacar: a *linguagem dos gestos* e a *linguagem dos sons* (fonética); a *linguagem escrita* e a *linguagem oral*; a *linguagem externa* e a *linguagem interna*. Em relação à linguagem dos gestos e à linguagem fonética, destaca-se que a linguagem atual é predominantemente fonética e possibilitada pelo aparelho de fonação²⁵, e que os gestos complementam a linguagem fonética: “[...] um gesto expressivo, pode dar a uma palavra uma força expressiva especial e até adicionar uma nova nuance ao conteúdo significativo da dicção verbal.” (RUBINSTEIN, 1978, p. 456, tradução nossa).

As linguagens escrita e oral também se relacionam de maneira recíproca. Embora, apresentem algumas diferenças. A linguagem oral, por exemplo, é empregada principalmente de forma usual em conversas e surge em grande parte da experiência direta. Já a linguagem escrita é impessoal, mais utilizada no contexto comercial ou científico. Ela é usada, preferencialmente, para a comunicação de conteúdos mais abstratos (RUBINSTEIN, 1978). De acordo com Zhinkin (1978, p. 293), “[...] a linguagem escrita se desenvolve com base na linguagem oral, já que no texto se escrevem palavras que são ouvidas e pronunciadas.”. Vale mencionar que a aprendizagem da linguagem escrita é uma das funções mais importantes da escola. Entretanto, as formas mais desenvolvidas da linguagem da escrita (quando o indivíduo consegue expressar seus pensamentos por escrito de maneira consciente

²⁵ Aparelho de fonação é o conjunto de órgãos responsável pela emissão dos sons. Ele é constituído por três partes: 1. Os pulmões; 2. A laringe; 3. As cavidades aéreas: cavidade bucal, fossa nasal e cavidade faríngea (RUBINSTEIN, 1978).

e coordenada) não findam na escola, e duram a vida inteira, já que os meios de expressão da linguagem escrita são muito numerosos (ZHINKIN, 1978).

No que se refere às linguagens externa e interna, as diferenças entre ambas não se limitam à presença ou não de sons; mas também no relacionamento com o pensamento. De acordo com Rubinstein (1978), normalmente utilizamos a linguagem interna quando refletimos ou formulamos verbalmente nossos pensamentos. Para Zhinkin (1978, p. 299), a linguagem interna “[...] é a articulação oculta dos sons verbais”. O autor menciona que nesse tipo de linguagem é típico que se pronunciem apenas fragmentos do que é falado em voz alta e muitas vezes o pensamento se manifesta com uma ou poucas palavras. Nessa direção, Vigotski (2009) considera que a linguagem interna é uma fala para si mesmo, enquanto a linguagem exterior é para os outros. Apesar dessa característica, a linguagem interna é tão social quanto a linguagem externa e, em determinado estágio de desenvolvimento psicológico, trata-se de uma transição de função intersíquica para intrapsíquica²⁶.

A linguagem é um produto de natureza social e não pode ser entendida fora desse meio. Os caracteres comunicativos e significativos da linguagem são inseparáveis e trabalham de forma conjunta e permitem o relacionamento com o próximo e a existência do pensamento e da consciência. Também devemos considerar que pensamento e linguagem não são idênticos e nem separáveis entre si, mas formam uma unidade dialética que surgiu por meio do trabalho social (RUBINSTEIN, 1978). Considerando isso, e tendo em vista que ambas funções possuem peculiaridades (apesar de estarem unidas), trataremos nesta pesquisa o pensamento e a linguagem como uma unidade que se relaciona mutuamente e é base para o desenvolvimento de FPS.

No âmbito do Ensino de Ciências, é importante explicitar a importância da apropriação da linguagem típica desta área do conhecimento. A linguagem científica difere da linguagem comum, e se caracteriza pela complexidade, terminologias, regras, estruturas semânticas e gramaticais específicas (OLIVEIRA *et al.* 2009). Por isso, requer altos níveis de abstração e generalização.

²⁶ Vigotski destaca esse momento quando discute sobre a fala egocêntrica, contrapondo-se a estudos de Piaget. A partir de investigações, Vigotski concluiu que a função desse tipo de linguagem é expressiva, emocional, planejadora, sendo que a fala egocêntrica aparece com mais frequência quando a criança está diante de tarefas com certo grau de dificuldade.

Conforme Sasseron (2015), a linguagem científica é uma linguagem argumentativa. Baseada em Leitão (2011), Sasseron (2015) considera a argumentação como uma forma básica de pensamento, caracterizada pela comunicação de conhecimentos e ideias. Nesse contexto, segundo a mesma autora, pode-se avaliar, na argumentação, os processos de construção de entendimento de processos, ideias, conceitos e posições.

Como a aquisição da linguagem científica está diretamente relacionada ao desenvolvimento do pensamento científico (OLIVEIRA *et al.* 2009), nesse sentido, consideramos que a promoção de interações discursivas, nas quais os alunos têm oportunidades de expressar suas ideias, promovem argumentações mais extensas e ricas (SASSERON, 2015) e são importantes para fomentar a construção da linguagem científica.

2.2.2 Sensações e percepção

As sensações e a percepção são FPS intimamente associadas, pois, ambas são reflexos da realidade objetiva, sentida e percebida por meio dos órgãos dos sentidos. Apesar das semelhanças, as sensações e a percepção mantêm relações distintas para com os objetos da realidade: as sensações refletem qualidades isoladas de objetos e fenômenos, já a percepção reflete essas qualidades como um conjunto,

[...] enquanto as sensações são um reflexo das qualidades isoladas dos objetos (cor, cheiro, calor ou frio), as percepções são representações do todo e das relações mútuas dessas qualidades. A percepção é sempre uma imagem mais ou menos compilada do objeto. Quando percebemos, por exemplo, uma rosa vermelha, não temos sensações visuais e olfativas isoladas, mas recebemos uma imagem total da rosa com sua cor e cheiro característicos (SOKOLOV, 1978, p. 144, tradução nossa).

As sensações representam a nossa primeira fonte de contato com o mundo exterior e com o próprio corpo. Por meio dos órgãos dos sentidos, que levam informações ao cérebro, podemos sentir e conhecer diferentes qualidades dos objetos, tais como cores, odores, texturas e sabores. Além disso, as sensações nos permitem “[...] julgar as mudanças que ocorrem em nosso corpo, os movimentos e posições do corpo e suas partes, bem como o funcionamento de seus órgãos

internos” (SOKOLOV, 1978, p. 95, tradução nossa). As sensações nos ajudam a compreender o mundo ao nosso redor, sendo fundamentais para o desenvolvimento psíquico.

Os objetos e fenômenos da realidade que atuam sobre os órgãos dos sentidos são chamados estímulos. Tendo em vista que uma sensação tem origem a partir da ação de um estímulo sobre determinado órgão do sentido, as sensações podem ser classificadas de acordo com o tipo de receptor ou órgão que as executam, ou seja, elas podem ser caracterizadas pelos estímulos que refletem (SOKOLOV, 1978). Podemos citar como exemplos básicos de sensações as sensações cutâneas (toque e pressão), tátil, temperatura e dor, paladar e olfato, visuais e auditivas, sensações de posição e movimento e sensações orgânicas, como a fome, sede e desejos sexuais (RUBINSTEIN, 1978).

Apesar da importância, as sensações, sozinhas, não permitem ao homem compreender o mundo de coisas e situações complexas em que vive; para compreender o que está a sua volta, não basta ao homem perceber características isoladas dos objetos, ele precisa ver tudo como um todo, precisa abstrair, realizar síntese das sensações, basear-se em experiências anteriores e no trabalho conjunto dos órgãos dos sentidos. É a união entre as sensações e outras funções intelectuais de nível superior que permite a transformação de sensações isoladas em percepções integrais (LURIA, 1991).

A percepção reflete o conjunto de qualidades e partes dos objetos e fenômenos da realidade que atuam sobre os órgãos dos sentidos (SOKOLOV, 1978). Essa função apresenta uma lenta evolução ao longo do desenvolvimento do indivíduo e é umas das primeiras funções psíquicas a despontar, por isso está na base das demais FPS. Vygotsky (1996, p. 119, tradução nossa) afirma que “[...] a criança começa a perceber antes de saber dirigir a atenção, memorizar, pensar”. Inicialmente, a percepção é de natureza fisiológica, baseada em sensações orgânicas (sono, fome, sossego, ansiedade, dor, calma). À medida que a criança se envolve nas relações sociais e se apropria da linguagem, a percepção vai se humanizando, torna-se mais complexa e capaz de distinguir imagens da realidade em seus detalhes sem se deter em suas características isoladas.

A linguagem transforma a percepção em uma capacidade tipicamente humana. A imagem subjetiva que o homem tem da realidade, ou seja, a sua

percepção, é formada a partir da prática social, da apropriação de significados. Isso permite que o homem perceba e interprete a sua cultura. Mediante suas experiências e internalização da linguagem, o homem consegue perceber, comparar e relacionar. Com a linguagem, a percepção deixa de ser guiada exclusivamente pelos instintos, passando a ser uma atividade mediada. Ao encontro disso, Luria (1991, p. 41) afirma que:

O homem não contempla simplesmente os objetos ou lhes registra passivamente os indícios. Ao discriminar e reunir os indícios essenciais, ele sempre designa pela palavra os objetos perceptíveis, nomeando-os, e deste modo aprende-lhes mais a fundo as propriedades e as atribui a determinadas categorias. Ao perceber o relógio e nomeá-lo mentalmente com essa palavra, ele abstrai indícios secundários como a cor, o tamanho, a forma e põe em destaque o traço fundamental representado no nome relógio, destaca a função de indicar o tempo (as horas); ao mesmo tempo, ele situa o objeto perceptível em determinada categoria, separa-o de outros objetos exteriormente semelhantes mas pertencentes a outras categorias (o telefone, por exemplo, que também tem mostrador com os respectivos números mas sua função é inteiramente distinta).

Nesse contexto, destaca-se que a percepção, apesar de estar relacionada aos órgãos dos sentidos, não é uma simples soma de sensações. Em vista disso, o processo de percepção é uma atividade complexa, que envolve tomada de consciência de objetos e fenômenos. Além de tudo, a percepção precisa se fundamentar em experiências anteriores e exige um complexo trabalho de análise e síntese, que salienta indícios essenciais e inibe os coadjuvantes, estabelecendo combinações entre os detalhes percebidos em um todo (LURIA, 1991).

A percepção está orientada para a solução de tarefas/problemas e funciona por meio de operações racionais, assim como o pensamento. Nesse processo, o indivíduo percebe o objeto e depois apreende seu significado. De acordo com Luria (1991, p. 40):

[...] o processo de percepção está intimamente ligado à reanimação dos remanescentes da experiência anterior, à comparação da informação que chega ao sujeito com as concepções anteriores, ao cotejo das ações atuais com as concepções do passado, com a discriminação dos indícios essenciais, com a criação de hipóteses do valor suposto da informação que a ele chega e com a sintetização dos indícios perceptíveis em totalidades e com a (tomada de decisão) a respeito da categoria a que pertence o objeto perceptível.

Nesse processo, se o objeto e as informações contidas nele coincidirem com as hipóteses do indivíduo, ou seja, com suas experiências anteriores, o objeto será identificado e a percepção se concluirá; caso não haja coincidências e o indivíduo não conseguir incluir o objeto em determinada categoria, a procura pela solução adequada continua (LURIA, 1991). A percepção ocorre de maneira muito rápida quando se está diante de objetos conhecidos, já a percepção de objetos novos e desconhecidos, passa por um processo muito mais complexo e prolongado.

Ao longo do desenvolvimento intelectual de uma pessoa, a percepção evolui à medida que o pensamento se desenvolve e a linguagem é interiorizada. Conforme envelhece e internaliza conhecimentos, a atividade perceptiva da criança, que antes era largamente influenciada por suas emoções, passa a realizar análises e sínteses que dão uma visão cada vez mais adequada da realidade. A comunicação com os adultos é de grande importância para o desenvolvimento da percepção infantil, pois o adulto orienta a criança e a ajuda a conhecer e distinguir os elementos que estão à sua volta.

A educação escolarizada também contribui de forma significativa para esse salto, pois oferece um vasto campo de conhecimentos e experiências. Além disso, ao passo que a percepção evolui o raciocínio científico também se desenvolve de tal maneira que sistemas cada vez mais amplos de conhecimento teórico são dominados e isso, de acordo com Rubinstein (1978), leva ao desenvolvimento de formas mais elevadas de percepção generalizada.

Uma das principais características da percepção é a *necessidade de apoio em experiências anteriores*. Sem esse apoio, a percepção encontra-se num estágio ingênuo-fisiológico, no qual o mundo é percebido de maneira instável e mutável, assim como ocorre na percepção de crianças muito pequenas. Conforme a percepção vai se humanizando por meio das relações sociais, as experiências que a criança vai adquirindo fazem correções na imagem “fisiológica” dos objetos da realidade; pode-se dizer, conforme Vigotski e Luria (1996, p. 159), que:

[...] a criança começa a ver o mundo exterior não só com os seus olhos como um aparelho da percepção e de orientação – a criança vê com toda a sua experiência anterior e, ao fazê-lo, altera em certa medida os objetos percebidos.

Na mesma direção, Sokolov (1978, p. 144, tradução nossa), considera que “[...] aquilo que não se relaciona à experiência anterior ou a conhecimentos anteriores, é percebido como algo indeterminado, como algo impossível de se referir a uma categoria de objetos”.

Outras características da percepção são a *integridade*, o *caráter genérico*, a *seletividade*, a *constância* e a *correção*. Sobre a integridade, podemos dizer que sempre que percebe, o homem não se atém a particularidades dos objetos, mas ao conjunto. Quando se observa um objeto ou fenômeno conhecido, tem-se a percepção completa relacionada ao trabalho conjunto dos órgãos dos sentidos.

Em relação ao caráter genérico, observa-se que durante a atividade perceptiva o homem tenta classificar os objetos observados em determinadas categorias, ou seja, realiza generalizações. Essa capacidade de generalizar evolui à medida que o indivíduo envelhece e se desenvolve mentalmente, tornando-se cada vez mais nítida. Num ritmo de desenvolvimento normal, essa capacidade também permite uma abstração crescente dos traços essenciais que caracterizam os objetos percebidos (LURIA, 1991).

De acordo com Sokolov (1978), a percepção também é seletiva, ou seja, existem preferências de uns objetos (ou de algumas particularidades e signos dos mesmos) em relação a outros. A seletividade da percepção é determinada por causas objetivas (cor, forma, movimento, distância) e subjetivas (interesses individuais, experiência anterior, estado psicológico do indivíduo). Essa característica da percepção é de interesse para várias atividades e, sobretudo, para a organização das atividades de ensino, já que o professor pode orientar a percepção e o interesse dos alunos em determinados assuntos e contextualizar os conhecimentos conforme as características dos estudantes. Além desse fato, as emoções influenciam a seletividade; quando há apelo emocional em certas atitudes ou explicações, por exemplo, a percepção sobre elas aumenta (SOKOLOV, 1978). A emoção também deve se relacionar ao fator intelectual da percepção, pois “[...] os fatores emocionais que, indiscutivelmente, desempenham uma importante função na percepção da criança ligam-se aos fatores intelectuais” (RUBINSTEIN, 1978, p. 310, tradução nossa). Portanto, a emoção pode ser utilizada no processo de ensino e aprendizagem para desenvolver e/ou mobilizar a percepção.

Quanto à constância e à correção, Luria (1991) afirma que a experiência com os objetos do cotidiano desenvolve no ser humano uma imagem bastante precisa das propriedades essenciais desses objetos. Por exemplo, sabemos que uma bola é redonda, que um cubo é quadrado, que uma formiga é pequena. A experiência com os traços essenciais dos objetos é incorporada à percepção direta, tornando-a mais constante, e mesmo que tais objetos adquiram algumas peculiaridades em condições variáveis, essas peculiaridades serão corrigidas pela percepção que já temos das características essenciais.

Por ser uma imagem subjetiva da realidade que não depende apenas da precisão dos órgãos dos sentidos, a percepção dos objetos e fenômenos também varia de pessoa para pessoa. Assim como todos os processos de conhecimento, a percepção depende das características do indivíduo, de seus conhecimentos e experiências anteriores, suas necessidades e interesses. Outrossim, fatores como idade, nível cultural, profissão e tipo de tarefa desenvolvida interferem na maneira como as coisas são percebidas. Um mesmo objeto pode ser percebido a partir de diferentes pontos de vista (SOKOLOV, 1978). Na mesma direção, Rubinstein (1978, p. 264, tradução nossa) salienta que a percepção “[...] depende do contexto intelectual em que ela se encontra[...]” e “[...] dependendo do nível e do conteúdo do conhecimento, não apenas julgaremos o mundo de maneira diferente, mas também o veremos de maneira diferente.”. De modo geral, podemos dizer que quanto maior, mais fundamentadas e articuladas forem as concepções de uma pessoa, melhor será a sua percepção.

A percepção também pode ser involuntária ou voluntária. No primeiro caso, a atividade perceptiva é espontânea, dirigida por circunstâncias externas, como proximidade com o objeto, cor, forma ou interesse imediato. Já no segundo caso, a percepção é intencional, regulada por uma tarefa manifestada verbalmente e tem objetivo explícito de aquisição de conhecimento sobre determinado objeto ou fenômeno. A percepção voluntária pode ser realizada em quaisquer atividades, seja na escola ou no trabalho, e é conscientemente regulada e intimamente relacionada ao desenvolvimento do pensamento em suas formas superiores. De acordo com Rubinstein (1978), esse tipo de percepção se manifesta como *observação*. Para o teórico, o convívio social induz a passagem da percepção involuntária para a observação orientada e “[...] quanto mais a percepção se torna um ato consciente e

orientado, mais se torna observação.” (RUBINSTEIN, 1978, p. 311, tradução nossa). Na observação orientada está envolvido um trabalho de análise e síntese, e também a interpretação do que se observa.

Segundo Sokolov (1978, p. 169, tradução nossa), a observação é uma “[...] percepção mais prolongada, ainda que seja com intervalos, planejada e intencional que se efetua com objetivo de seguir o curso de um fenômeno ou das mudanças que sofrem os objetos”. A observação é uma atividade ativa de consciência sensorial da realidade determinada por uma tarefa expressa verbalmente. As palavras orientam e regulam a observação e o contrário também é verdadeiro, pois os resultados da observação podem levar ao surgimento de novas tarefas que atualizam as tarefas iniciais. Por isso, o processo de observação é uma ação ininterrupta entre a linguagem e os sentidos (SOKOLOV, 1978).

O processo de observação também é determinado pela tarefa proposta ao indivíduo. Por exemplo, ao examinar um lago visando identificar as espécies vegetais que vivem nele, a pessoa pode ignorar os animais desse ecossistema; propondo-se a tarefa de levantar os poluentes presentes no lago, tanto animais quanto plantas podem ser ignorados; já ao tentar analisar os indicadores de qualidade da água, a pessoa observa o ecossistema aquático como um todo. Essa capacidade de direcionar a observação de acordo com a tarefa proposta tornam a percepção voluntária elástica e dirigível. De acordo com Luria (1991, p. 43), essa capacidade depende do “[...] papel que na atividade receptora desempenha a experiência prática do sujeito e o seu discurso interior, que permite formular e mudar as tarefas”.

O sucesso da observação depende ainda da clareza da tarefa proposta, do planejamento e sistematização da observação e das experiências e conhecimentos dos indivíduos (SOKOLOV, 1978). Essas características são de suma importância para o desenvolvimento da observação no contexto escolar, que por si só é um ambiente propício para o desenvolvimento de todas as FPS. Para que as tarefas tenham clareza, o professor pode dividir a tarefa principal em tarefas menores ou parciais a fim de que o objetivo geral seja cumprido. Por exemplo, a observação de como as plantas crescem envolve a observação da qualidade do solo, de suas necessidades fisiológicas, entre outras. O planejamento e a sistematização das atividades de observação também são importantes para que as tarefas sejam

cumpridas. Assim sendo, é necessário que o professor apresente os requisitos a serem cumpridos e o método observação, que pode começar com a percepção de parte a parte de um determinado objeto ou fenômeno. De acordo com Sokolov (1978, p. 171, tradução nossa) “[...] somente com essa observação nada passará despercebido e não voltaremos uma segunda vez ao que já havia sido percebido”.

Além do que foi dito, a experiência e os conhecimentos relacionados ao objeto de estudo são importantes para que a observação se desenvolva. Nesse sentido, é importante que o professor contextualize o conteúdo da tarefa e estimule a curiosidade dos alunos, pois isso desenvolve a capacidade de perceber e compreender as particularidades dos objetos e fenômenos estudados. A observação também deve ser ativa, desse modo, sempre que puder, o professor deve permitir que os alunos manipulem os objetos de observação a fim de que a atividade intelectual que acompanha a observação esteja atrelada à atividade sensitiva ou motora. Segundo Sokolov (1978) a compreensão das qualidades e propriedades dos objetos é mais efetiva quando se age com eles. É por isso que muitas vezes as crianças tendem a agarrar os objetos com as mãos, percebendo-os não só com os olhos. Nessa tarefa, os desenhos, a modelagem de objetos e as representações esquemáticas ajudam bastante (SOKOLOV, 1978).

A linguagem também desempenha papel fundamental na observação. À medida que descrevem o observado, os alunos formulam melhor o resultado de suas percepções. Sobre isso, Sokolov afirma que:

O observador, ao descrever o que percebe e ao formular os resultados da percepção, não só se concentra nas partes ou propriedades isoladas dos objetos, mas também desenvolve uma atitude mais consciente sobre aquilo que precisa ser descrito, percebe com mais rapidez, olha e escuta melhor aquilo que serve como objeto de observação. (SOKOLOV, 1978, p. 170, tradução nossa).

A capacidade de observar se desenvolve no processo de interiorização da cultura e pode chegar ao mais alto grau de desenvolvimento conforme é exercitada nas práticas sociais ao longo da vida de uma pessoa. A mediação do professor, por meio da linguagem, pode ser de grande importância para exercitar a capacidade de observação. No processo de ensino e aprendizagem, podem ser oferecidas atividades que elevam e mobilizam a observação e aumentam a capacidade perceptiva, como: comparar objetos diferentes, identificar e estabelecer relações

mútuas entre eles; distinguir o maior número de particularidades do objeto ou fenômeno observado; abstrair as características mais essenciais dos objetos ou fenômenos analisados, entre outras (SOKOLOV, 1978).

Em síntese, a observação apresenta como principais requisitos: atividade com um objetivo determinado, coleta consecutiva e sistemática de fatos, generalização e análise profunda e cuidadosa (SOKOLOV, 1978). O professor deve se atentar a esses requisitos e compreender que no início as observações dos alunos podem ser insuficientes e pouco detalhadas, além disso, deve ter o cuidado de registrar e reelaborar os erros de observação identificados em tarefas posteriores e, ainda, atentar-se ao fato de que a percepção depende dos conhecimentos e interesses dos alunos que, muitas vezes, estão à margem de seu trabalho.

A capacidade de observação é essencial em todos os aspectos da vida humana por isso deve ser exercitada desde a infância, principalmente na escola, por meio da observação de fenômenos da natureza ou a partir de experiências em laboratórios (SOKOLOV, 1978). Em sua forma mais evoluída, a observação é bastante clara, orientada e sistemática; isso raramente acontece nas atividades cotidianas, mesmo assim, a percepção nunca é totalmente desorientada. Cientistas, pintores e escritores são conhecidos por sua grande capacidade de observação, pois essa função é largamente exercitada de diferentes formas. Conforme salienta Rubinstein (1978, p. 315, tradução nossa), “[...] novas formas de observação se desenvolvem dentro do processo do domínio de novos conteúdos objetivos, isto é, no processo de ensino e da educação”.

A percepção das crianças depende grandemente de suas experiências anteriores e quanto maior for o contato da criança com distintos objetos, mais ela os conhece, melhor ela os percebe, e reflete as relações existentes entre eles com mais precisão (SOKOLOV, 1978). Nesse sentido, atividades de comparação, de distinção de propriedades, de analogias e diferenças são muito bem-vindas no processo de ensino e aprendizagem. Diante disso, nós, professores, devemos oferecer aos nossos alunos atividades diversificadas, que agucem a curiosidade e os órgãos dos sentidos, aumentem a percepção e a capacidade de observar. Valendo-se disso, o professor pode ajudar seus alunos a alcançar patamares superiores de desenvolvimento, visto que a aprendizagem de conhecimentos

científicos eleva a percepção, e o aumento da percepção propicia aprendizagens mais significativas.

Para resumir, podemos dizer que as sensações estão imbricadas na percepção, assim como a percepção está para a capacidade de observação. A percepção percorre um longo caminho de desenvolvimento que está condicionado à aquisição de conhecimentos e experiências presentes no seio das relações sociais. A escola, que possui a intenção explícita de propiciar a aquisição de conhecimentos científicos, contribui de forma significativa para o desenvolvimento da percepção, sendo que os professores devem reconhecer que a percepção não se desenvolve espontaneamente e que quanto mais rica for a experiência dos alunos com o conhecimento científico, mais essa função evolui. A tarefa do professor consiste em direcionar cuidadosamente os estudantes para que percebam as qualidades mais importantes dos objetos e fenômenos estudados (SOKOLOV, 1978). Para isso, o conhecimento não deve ser apresentado de maneira pronta, mas sim como tarefas claras, organizadas e contextualizadas historicamente a fim de que os alunos vivenciem parte do processo de construção dos conceitos estudados e sejam protagonistas de sua própria aprendizagem.

2.2.3 Memória

No estudo dos processos psicológicos que caracterizam o comportamento humano, Vigotski e seus seguidores tiveram a oportunidade de traçar o desenvolvimento cultural da *memória*, ou seja, “[...] de observar de que modo a memória da criança cresce, torna-se mais forte, se reequipa, atingindo assim gradativamente o nível do adulto.” (VYGOTSKY; LURIA, 1996, p. 184).

Sobre o assunto, Vigotski lança algumas questões: a memória da criança realmente se desenvolve? A memória do adulto é realmente melhor que a da criança? Essas perguntas vêm do fato de muitas pessoas adultas se queixarem da própria memória, de que ela fica mais “fraca” com o passar dos anos, de que não possuem a mesma capacidade de memorização de quando eram mais jovens ou que a memória das crianças é melhor do que a dos adultos. Visando responder essas questões, Vigotski realizou experimentos com crianças de diferentes idades a fim de compreender o desenvolvimento da memória da criança até a fase adulta.

Nesse contexto, o teórico destaca que o estudo do desenvolvimento da memória do homem histórico-cultural não deve considerar apenas a *memória natural*²⁷, mas também a *memória cultural*, que é aquela em que há o emprego funcional de signos para a memorização. São justamente os processos de transformação da memória natural em memória cultural que interessam à psicologia histórico-cultural.

Vigotski analisa a diferença entre a memória de crianças em idade pré-escolar e escolar e conclui que ambas possuem memória (natural) semelhante, o que as difere, de fato, são os *modos diferentes de utilizar a memória*. Enquanto a criança pré-escolar recorre, principalmente, a sua memória imediata (natural), a criança em idade escolar já possui um conjunto de técnicas para memorizar o material necessário, consegue relacionar o material com experiências anteriores, estabelece associações e, assim, por diante (VYGOTSKY; LURIA, 1996). Mas como e quando essa transição de memória natural à memória cultural acontece? Essa transição é complexa, conforme será brevemente discutido, mas se resume, basicamente, à internalização e uso funcional de signos culturalmente desenvolvidos.

Em seus experimentos, Vigotski observou que crianças em idade pré-escolar conseguem *manipular objetos externos para controlar processos internos de memória*, processo semelhante ao que os povos primitivos fazem. Por exemplo: para memorizar uma sequência numérica, a criança pode utilizar amontoados de pedaços de papel, penas, palitos ou quaisquer objetos. Ou para saber a quantidade de animais em um rebanho, o homem primitivo pode utilizar pedaços de madeira. Esse processo caracteriza a primeira técnica cultural para facilitar a memória. Ao utilizar *métodos artificiais* para se lembrar, a criança ou o homem primitivo torna-se capaz de memorizar, espontaneamente, um número ilimitado de coisas; sua memória começa a trabalhar de uma maneira nova, alcançando resultados máximos (VYGOTSKY; LURIA, 1996).

Apesar de importante, essa primeira técnica é primitiva; os estágios de desenvolvimento seguintes mostram que há uma “[...] substituição de métodos primitivos por outros, mais eficientes, que apareceram no processo de evolução

²⁷ Esse tipo de memória é dominante no comportamento de povos iletrados, caracteriza-se pela impressão não mediada dos materiais, pela retenção das experiências reais como a base dos traços mnemônicos (de memória). Esse tipo de memória está muito próximo da percepção, uma vez que surge como consequência da influência direta dos estímulos externos sobre os seres humanos. Do ponto de vista da estrutura, o processo todo se caracteriza pela qualidade do imediatismo (VIGOTSKI, 2007, p. 32).

histórica” (VYGOTSKY; LURIA, 1996, p. 188). Então, isso não significa uma melhora da memória, mas sim uma *substituição*. Para exemplificar, Vigotski desenvolveu os mesmos experimentos com crianças em idade escolar, oferecendo-lhes alguns objetos para auxiliar a memorização de sequências numéricas. As crianças já conheciam alguns sistemas de representação simbólica. Ele observou que essas crianças já não utilizavam objetos para lembrar as coisas, mas sim os sistemas de representação simbólica que aprenderam na escola. Segundo Vytgotsky e Luria (1996), as novas técnicas culturais aprendidas na escola se fortalecem de tal forma que suprimem os métodos primitivos. Sendo assim,

[...] a criança não só treina a memória, mas também a reequipa, mudando para novos sistemas, bem como para novas técnicas de rememoração. Se no decorrer desse período a “função de lembrar” natural permanece na média a mesma, os dispositivos mnemônicos desenvolvem-se continuamente, resultando em eficiência máxima. (VYGOTSKY; LURIA, p. 189, grifos do autor).

Vigotski também fez experimentos em que as crianças deveriam associar uma palavra (que deveria ser lembrada) a uma figura. Crianças muito pequenas, pré-escolares entre 4 e 5 anos, não conseguiam realizar essa tarefa; não conseguiam dominar a utilização funcional de signos auxiliares (figuras), pois a memória cultural ainda não estava suficientemente estabelecida. Dessa forma, as crianças nessa faixa etária recorriam à simples memorização imediata (VYGOTSKY; LURIA, 1996). Depois, fez experimentos com crianças mais velhas, escolares entre 6 e 7 anos. Para ele, essas crianças já conseguiam utilizar figuras para se lembrar das palavras. No entanto, esse processo não era acessível a essas crianças em todos os casos, mas apenas quando a figura e a palavra estavam relacionadas de alguma forma. Assim, nas ocasiões em que a figura e a palavra não estavam conectadas na experiência anterior, as crianças de 6 e 7 anos não conseguiam utilizar as figuras como um recurso auxiliar de rememoração.

O mesmo experimento realizado com crianças entre 10 e 11 anos mostrou resultados completamente diferentes. Estas já se mostravam capazes, no processo de rememoração:

[...] não só de reproduzir situações familiares extraídas de sua experiência anterior, *mas também de ligar ativamente a palavra proposta e a figura,*

criando assim uma nova situação, o que ajuda a gravar a palavra dada em sua memória. (VYGOTSKY; LURIA, 1996, p. 191, grifos dos autores).

Nessa situação, a palavra não precisava, necessariamente, estar relacionada à figura, isso se deve ao gradual “desenvolvimento artificial da memória”, à internalização de signos que auxiliam a memorização. Pode-se resumir os experimentos realizados com base na seguinte citação:

A criança pequena [pré-escolar] foi totalmente incapaz de utilizar recursos auxiliares externos, enquanto no primeiro grupo de escolares seu uso atinge o ponto máximo, o segundo grupo de escolares caracteriza-se por um outro fenômeno: o uso de recursos externos começa a mudar também os processos internos. A memória nas crianças menores era puramente mecânica, sem recursos externos, enquanto o escolar começa a utilizar alguns modos internos [de lembrar]; este último lembrava não mecanicamente, mas com ajuda de associações, logicamente. Para ser exato, a memória “natural” do escolar mais velho perde seu caráter natural e passa a ser memória “cultural”; nessa transformação cultural dos processos primitivos é que inclinamos a ver a explicação do desenvolvimento significativo que é característico do desenvolvimento “natural” na infância (VYGOTSKY; LURIA, 1996, p. 193, grifos dos autores).

Percebe-se que a memória infantil passa por alguns estágios de desenvolvimento, transformando-se em memória cultural conforme internaliza signos culturalmente desenvolvidos. Nos experimentos, Vigotski e colaboradores conseguiram verificar que a memória infantil está vinculada a recursos psicológicos auxiliares, “[...] à obtenção de controle sobre associações e imagens individuais, bem como à aprendizagem de como utilizá-los, funcionalmente, para fins de rememorar (VYGOTSKY; LURIA, 1996, p. 190). Isso dá respostas à primeira questão levantada. Mas o que muda no adulto? Como utiliza a sua memória e o como ela se difere da memória infantil? Segundo Vygotsky e Luria (1996), a diferença entre a memória da criança e a do adulto se encontra na aquisição “cultural” de métodos de memorização cada vez mais novos, pelo uso de signos condicionais para rememorar. A partir dessa aquisição, a memória é melhorada várias vezes. Em suma, a memória das crianças e adultos se diferem com base nos métodos culturais utilizados. O adulto cultural possui um complexo mecanismo a serviço da memória, característica que as crianças ainda estão desenvolvendo.

Conforme a Teoria Histórico-Cultural, o que define uma pessoa “boa de memória” é o uso que ela faz de seu repertório psicológico, ou seja, a capacidade de

criar boas estruturas auxiliares como recursos para se lembrar. Nossa memória é constituída por um vasto material, construído por nossas experiências anteriores, as quais utilizamos ativamente em atos de rememoração. Para lembrarmos de algo novo, realizamos associações do novo com algo que já existe em nossa mente, ou seja, com experiências anteriores. Isso significa que criamos ativamente uma estrutura:

[...] os elementos novos ocupam seu lugar lado a lado com os componentes já conhecidos, armazenados anteriormente. Ao recordar um quadro significativo (previamente conhecido), também armazenamos agora um novo objeto ou uma palavra que devemos reter em nossa mente. (VYGOTSKY; LURIA, 1996, p. 189-190).

Esse ponto é de fundamental importância para a educação escolarizada e faz com que a memória seja uma das funções psicológicas mais importantes desta pesquisa. Ao longo do trabalho desenvolvido, buscamos, especialmente, estabelecer relações entre os novos conhecimentos e os antigos e oferecer boas estruturas para auxiliar a construção do conhecimento e a ampliação da memória cultural, a fim de tornar o processo de aprendizagem mais significativo. Consideramos, com base na perspectiva pedagógica discutida, que o ensino – adequadamente organizado e fundamentado em abordagens atuais, como é o caso do EI – pode oferecer métodos cada vez mais novos para auxiliar e desenvolver a memória cultural e abrir novos caminhos para aumentar as capacidades naturais humanas.

2.2.4 Atenção

Para Vigotski e Luria (1996), a atenção desempenha a função mais importante na vida de um indivíduo. Essa função organiza o comportamento com a criação de um dado contexto que prepara o ser humano para a percepção ou atividade (VYGOTSKY; LURIA, 1996).

Se não fosse pela função de um contexto, o homem não seria capaz de perceber em ordem alguma os estímulos provindos do meio ambiente, ou de distinguir os mais importantes entre eles; não seria capaz de organizar suas reações num sistema correspondente, discernindo e ordenando as ações mais importantes. (VYGOTSKY; LURIA, 1996, p. 195).

Rubinstein (1978, p. 504) caracteriza a atenção como uma espécie de orientação seletiva da atividade psicológica (consciência), ou seja, “[...] como uma expressão ou manifestação da natureza *seletiva* dos processos cognitivos”. É possível observar um tipo específico de atenção desde as primeiras semanas de vida de uma pessoa: a atenção natural ou involuntária. Esse tipo de atenção é caracterizado pela não intencionalidade, pela reação imediata a fortes estímulos externos ou internos. Por exemplo: uma fonte de luz forte pode chamar a atenção, fazendo com que a cabeça se vire em direção à luz; a fome pode organizar o comportamento de um bebê de modo que ele busque o seio da mãe. Outra característica da atenção involuntária é o fato de ela desaparecer assim que o estímulo acaba, fazendo com que o indivíduo retorne ao comportamento indiferenciado (VYGOTSKY; LURIA, 1996).

Nenhuma forma de comportamento estável e organizado poderia surgir desse tipo de atenção, pois quando surgem tarefas organizadas a serem realizadas, por mais primitivas que sejam, são necessárias outras formas de atenção, mais estáveis e de longo prazo (VYGOTSKY; LURIA, 1996). Atender a exigências sociais requer que a pessoa direcione sua atenção, de forma ordenada e a longo prazo, para estímulos mais fracos de ordem biológica ou socialmente importantes. A atenção involuntária não dá conta dessa tarefa, sendo necessário o surgimento de mecanismos artificiais, ou seja, o surgimento da atenção voluntária ou cultural.

Segundo Rubinstein (1978), a atenção voluntária é conscientemente direcionada e orientada. O indivíduo conscientemente escolhe o objeto sobre o qual sua atenção será dirigida. São as experiências sociais, as quais a criança vivencia, as responsáveis pela criação de estímulos artificiais que modelam todo o comportamento da criança e organizam a sua atenção. Esses estímulos culturais permitem que a pessoa se concentre em determinadas tarefas, vencendo até mesmo uma série de obstáculos, como o cansaço.

Os gestos significativos e a fala são um dos primeiros fatores que transformam a atenção em uma operação cultural. Inicialmente, a criança pequena tem uma imagem difusa do ambiente, mas quando a mãe aponta e nomeia algum objeto, a atenção da criança começa a se direcionar; o objeto se destaca do ambiente. No entanto, a atenção torna-se uma função real somente quando a criança “[...] domina os recursos de criar os estímulos adicionais que centrem sua

atenção em cada um dos componentes de uma situação e que eliminem tudo mais que se encontra em segundo plano.” (VYGOTSKY; LURIA, 1996, p. 197). Ao manipular o ambiente externamente, a criança passa a organizar seus processos psicológicos (internos) com ajuda dessas manipulações. Para investigar como se dá essa atividade cultural da atenção, Vigotski recorre a experimentos de Leontiev.

Ao analisar um experimento sobre o comportamento de uma criança de 8 ou 9 anos durante a solução de um problema que exigia atenção e concentração prolongada, Vigotski e colaboradores verificaram que a tarefa não poderia ser concluída sem a ajuda de métodos auxiliares externos; a criança se distraía, não conseguia organizar seu comportamento conforme a tarefa por um período prolongado. Para organizar a atenção da criança e ajudá-la a controlar o próprio comportamento durante a tarefa, ofereceram-se alguns objetos (auxiliares externos) como cartões coloridos e marcadores. Após isso, verificou-se que a criança atingiu o nível necessário de comportamento organizado para concluir a tarefa: as ações externas a ajudaram na organização de seu comportamento. Conforme Vygotsky e Luria (1996, p. 198, grifos dos autores), essa experiência “[...] demonstrou que o único caminho para atingir esse fim é uma total mudança do *comportamento direto para o indireto* que utiliza determinados métodos externos para cumprir a tarefa”. Logo após dominar as técnicas de manipulação externas oferecidas pelo pesquisador, a criança internalizou o uso dos auxiliares externos, deixando de manipulá-los durante a tarefa, desse modo, a organização da atenção, que era externamente indireta, passa a ser *internamente indireta*; há o desenvolvimento de técnicas auxiliares internas (VYGOTSKY; LURIA, 1996).

Importante explicitar que a atenção involuntária não desaparece com o desenvolvimento da atenção voluntária; esta última pode se desenvolver em involuntária quando o objeto deixa de ser interessante para o indivíduo e, ainda, a atenção involuntária pode se tornar voluntária sempre que algo percebido desperta o interesse e “prenda” a atenção do indivíduo. Conforme explica Rubinstein:

A atenção voluntária é necessária quando não há um interesse imediato e onde, com um esforço consciente, devemos direcionar nossa atenção para as tarefas e objetivos diante de nós. À medida que o trabalho que nos ocupa e sobre o qual orientamos nossa atenção alcança o interesse imediato, nossa atenção voluntária se torna involuntária. (RUBINSTEIN, 1978, p. 498, tradução nossa).

Neste contexto, existem atividades que despertam facilmente nossos interesses imediatos, sendo mais suscetíveis à atenção involuntária (RUBINSTEIN, 1978). Por seu caráter, essas atividades não orientam nossa atenção a longo prazo por serem muito uniformes ou monótonas. Em contrapartida, há tarefas que apresentam, de início, um certo grau de dificuldade e um objetivo que está distante. Essas tarefas, em muitos casos, não despertam o interesse imediato ou a atenção involuntária, mas podem manter a atenção por um longo período devido à variedade, à natureza dinâmica e ao conteúdo abundante que gradualmente se desenvolve a partir delas. Após o objetivo da tarefa ser cumprido, naturalmente a atenção, que era voluntária, transforma-se em involuntária. Rubinstein esclarece que os dois tipos de atenção são necessários e se envolvem reciprocamente. A transição da atenção voluntária para a involuntária, e vice-versa, também é importante no processo pedagógico, conforme escreve o autor:

[...] no processo pedagógico, é preciso começar, por um lado, da atenção involuntária e educar o aluno para a atenção voluntária e, por outro, despertar seus interesses, tornando o estudo interessante, para que a atenção voluntária do aluno volte à atenção involuntária. A atenção voluntária deve se apoiar na consciência do significado e na importância da tarefa de estudo, no sentido de dever e disciplina, e a atenção involuntária será baseada no interesse imediato despertado pelo conteúdo do ensino; ambos os tipos de atenção são necessários. (RUBINSTEIN, 1978, p. 499, tradução nossa).

Posto isso, a atenção involuntária também é relevante no processo de ensino e aprendizagem, ao contrário do que muitas vezes se pode imaginar. É claro que esse tipo de atenção não é o que se visa na educação escolar, porém, como salienta Rubinstein (1978), exigir que o estudante sempre mantenha a atenção voluntária, sem dar suporte para isso, talvez seja a forma mais propícia ao desvio da atenção. Assim, pode-se conquistar o aluno partindo da atenção involuntária, motivada por seus interesses imediatos e, por meio das sistematizações do professor, chegar à atenção voluntária.

A atenção também apresenta algumas particularidades, entre elas: o grau de *concentração*, o *volume* e a *constância*. Sobre o grau de concentração, Rubinstein (1978) enfatiza que a atenção normalmente se concentra em um número menor de objetos. Assim, quando estamos concentrados em uma tarefa, não nos atentamos

às coisas ao redor; essa concentração é marcada por um grande interesse pela tarefa e seu significado. Já o volume de atenção, ou seja, a quantidade de objetos que podem ser percebidos de uma só vez, depende das relações que esses objetos estabelecem entre si e suas finalidades. O volume de atenção será maior quando estiver direcionado a elementos com relacionamento entre si. Assim como ocorre com a memória cultural, o indivíduo tende a direcionar sua atenção àquilo que está relacionado a situações já vivenciadas ou a algo conhecido, caso contrário, a atenção desaparece rapidamente. A constância da atenção é determinada pelo tempo, durante o qual a concentração pode ser mantida. Para que a atenção sobre alguma tarefa seja constante, é necessário que a atividade seja dinâmica, contextualizada e tenha significado para quem a realiza (RUBINSTEIN, 1978).

Nossa atenção sempre caminha em direção a coisas novas; assim que deixamos de perceber algo novo na tarefa, a atenção é direcionada para outras coisas. Segundo Rubinstein (1978, p. 502, tradução nossa):

[...] a atenção conserva-se longamente naqueles objetos que podem desencadear o aparecimento de um dado conteúdo na percepção ou no pensamento, quando neles se descobrem novos aspectos nas suas relações recíprocas e nas suas mútuas transições.

Obviamente, no contexto escolar, onde se trabalha com indivíduos diferentes, a constância da atenção depende de algumas condições, como:

[...] as peculiaridades da matéria, o seu grau de dificuldade, a familiaridade com ela, a compreensibilidade, a atitude do sujeito em relação à mesma, quer dizer, a força do interesse e, finalmente, as particularidades individuais da personalidade (RUBINSTEIN, 1978, p. 503).

Assim sendo, é essencial ter ciência de que a atenção não se desenvolve de uma vez só, assim como qualquer FPS, daí a necessidade de caminhar gradualmente com as exigências quanto à intensidade da atenção.

A atenção é umas das funções psicológicas mais cobradas na escola, independentemente do conteúdo ser interessante ou não para os estudantes. Tanto a atenção involuntária quanto, principalmente, a voluntária se desenvolvem na idade escolar conforme os interesses da criança e qualidade do ensino (RUBINSTEIN, 1978). Nos primeiros anos da educação escolarizada, a atenção da criança ainda é

pequena; ela precisa lutar contra a distração, não consegue se concentrar por muito tempo nas tarefas, e sua atenção está fortemente ligada aos seus interesses pessoais e a sua emoção. Dessa forma, o professor deve ser cuidadoso ao trabalhar o desenvolvimento da atenção da criança, para que essa função não fique sujeita ao poder das coisas ao redor e à coincidência das circunstâncias (RUBINSTEIN, 1978). Importa mencionar que o desenvolvimento do volume de atenção está relacionado ao desenvolvimento psicológico geral da criança.

De modo geral, ocorre um aumento significativo no desenvolvimento intelectual da criança com idade entre 10 a 12 anos, isso dependendo da eficácia do ensino. Muitas funções psicológicas se desenvolvem e, conseqüentemente, a concentração, o volume e a constância da atenção. No entanto, se, de um lado, a qualidade da atenção aumenta, de outro, observa-se também que o adolescente é tomado por uma “onda” de distração; muitas vezes é difícil encontrar tarefas que despertem seu interesse. Nesse momento, é importante que o professor saiba despertar a atenção do adolescente por meio de um assunto interessante e que tenha um significado para ele (RUBINSTEIN, 1978). Smirnov e Gonobolin (1978) salientam que os adolescentes podem se “obrigar” a ficar atentos a tarefas complexas quando estas lhes interessam. Desse modo, quando há boas orientações por parte do professor, o adolescente começa a educar a própria atenção voluntária.

Diante do que já foi discutido, é notável que a escola tem papel central no desenvolvimento da atenção. Para esse fim, é de grande importância que o professor domine e cative a atenção dos alunos, direcionando a atenção destes ao que realmente importa, e proporcionando tarefas e situações que despertem o interesse. Cabe ao professor investigar os conhecimentos cotidianos da turma e suas necessidades e, a partir disso, construir novos conhecimentos. Rubinstein (1978) sugere ser sempre necessário oferecer novos conteúdos e relacioná-los ao que já é conhecido para que haja interesse e a atenção seja mobilizada. Ao chamar a atenção do aluno e direcioná-la para algo, o ensino contribui para o desenvolvimento geral dos educandos.

Atividades como as que são propostas na abordagem didática do EI podem favorecer a mobilização da atenção, visto que o aluno não permanece passivo durante a aprendizagem, suscetível a maior distração. Os estudantes participam, têm espaço para fazer perguntas, pesquisar, expor ideias, discutir, resolver

problemas, enfim, serem protagonistas de suas próprias aprendizagens. Ao propor problemas com significados, o professor provoca o desejo e a curiosidade dos educandos, levando-os a prestar atenção, mesmo que, inicialmente, seja de maneira involuntária. Fundamentadas por este e os demais motivos discutidos, consideramos as atividades investigativas como importantes instrumentos para o desenvolvimento e/ou mobilização de FPS, como a atenção.

2.2.5 Abstração

A abstração consiste na capacidade de isolar/separar elementos de sua totalidade e vê-los além da experiência concreta em que se encontram (VIGOTSKI, 2008). Essa função psicológica permite que o indivíduo crie representações mentais (signos) aplicáveis a diferentes categorias de objetos a partir da separação de atributos comuns a esses grupos de objetos ou eventos. A abstração é necessária a todo tipo de processo psicológico cultural, assim, segundo Vygotsky e Luria (1996, p. 201), ela é parte integrante e necessária “[...] de todo tipo de processo de pensamento, uma técnica criada no processo de desenvolvimento da personalidade, e condição e instrumento necessário de seu pensamento.”.

Assim como todas as FPS, a abstração é um processo complexo e se desenvolve lentamente, conforme o indivíduo internaliza instrumentos e signos culturalmente desenvolvidos. Nesse mesmo sentido, uma criança pequena ainda não tem a capacidade de realizar abstrações, pois seu pensamento e suas percepções estão diretamente ligados ao mundo concreto. É muito difícil para a criança se desligar do objeto que está sendo percebido e extrair dele um signo correspondente para toda a série de objetos (VYGOTSKY; LURIA, 1996).

Para observar o surgimento do processo de abstração, Vigotski realizou experimentos sobre o desenvolvimento de operações de contagem na criança. Esses experimentos se justificam pelo fato de o cálculo exigir um elevado nível de abstração, que só se desenvolve, plenamente, perto da adolescência, isso quando o indivíduo tem acesso adequado aos elementos necessários ao desenvolvimento dessa função. Em um dos experimentos, Vigotski solicitou a um pequeno grupo de crianças com idades entre 4 e 5 anos que dividissem uma pilha de cubos entre si, de modo que todos recebessem a mesma quantidade de objetos. Em vez de realizar a

contagem, as crianças montaram formas com os cubos. Se todos do grupo conseguissem reproduzir uma forma igual, uma ponte, por exemplo, isso significava que todos tinham a mesma quantidade de cubos. A partir desse resultado, Vigotski concluiu que crianças nessa idade não possuem o mecanismo de contagem suficientemente desenvolvido, pois elas o substituíram pelo uso primitivo do processo de percepção natural, ou seja, uma forma substituiu a contagem como recurso de comparação. Isso acontece tanto em crianças que não dominam a contagem, quanto naquelas que se encontram nos primeiros estágios de desenvolvimento da contagem. Nesse caso, a percepção imediata de formas exerceu grande influência no processo de contagem (VYGOTSKY; LURIA, 1996).

Vigotski também fez experimentos com crianças mais velhas e verificou que somente por volta dos 9 ou 10 anos a criança desenvolve a abstração no processo de contagem, e consegue se libertar do campo visual e da percepção concreta dos objetos. Para o desenvolvimento dessa função cultural, Vygotsky e Luria atribuem grande importância à escola e ao ambiente cultural em que a criança está inserida, pois:

Com uma criança nos primeiros anos de escolaridade, já não vemos mais casos em que percepções primitivas de formas tomam o lugar do cálculo; a criança domina o cálculo abstrato, o sistema decimal e isso acarreta uma notável libertação relativamente à primazia indiscutida das regras do campo visual, que, durante os primeiros anos de desenvolvimento, haviam feito o pensamento da criança ser puramente empírico e dependente da percepção direta. (VYGOTSKY; LURIA, 1996. p. 207).

A capacidade de abstração é de suma importância para o desenvolvimento de conceitos científicos, uma vez que muitos deles exigem grande nível de abstração por parte dos estudantes. Compreender a complexidade desse processo, que se desenvolve de forma lenta e gradual, é relevante para a investigação dos estágios de desenvolvimento cognitivo aos quais nossos alunos estão atravessando. O processo de desenvolvimento conceitual, estudado por Vigotski, remete-se muitas vezes ao desenvolvimento da abstração.

2.2.6 Imaginação

A imaginação é uma função psicológica tipicamente humana. Por meio dela, o homem pode criar imagens mentais daquilo que nunca viu na realidade, pode antecipar planos e ideias que ainda não se materializaram. A imaginação permite ao ser humano a capacidade de transformar o mundo primeiro mentalmente e depois concretamente. Para Ignatiev (1978, p. 308, tradução nossa), “[...] a imaginação é a criação de imagens com uma forma nova, é a representação de ideias que depois se transformam em coisas materiais ou em atos práticos do homem”. Segundo o mesmo autor, essa função apareceu e se desenvolveu no processo de trabalho, por meio do qual o homem transforma o mundo ao seu redor com objetivos específicos e sempre orientado por um plano.

Na mesma direção, Rubinstein (1978) afirma que a imaginação está intimamente relacionada à capacidade de modificar o mundo, de transformar a realidade e de criar algo novo. De modo geral, a imaginação é entendida como processos que se desenvolvem em imagens. Para Vygotsky (2012, p. 25, tradução nossa) “[...] todos os objetos do nosso cotidiano, não excluindo os mais simples e habituais, são, por assim dizer, imaginação cristalizada”.

Pelo fato de a imaginação permitir a criação de imagens que não existem ou que não podem se concretizar, essa função psicológica pressupõe um certo desvio da realidade. Apesar disso, a imaginação tem sempre como base a realidade objetiva e está intimamente ligada à atividade prática (IGNATIEV, 1978). Isso quer dizer que o homem tenta dar uma forma objetiva e real quando imagina algo novo. Essa estreita relação entre imaginação, realidade e atividade prática, também depende do conhecimento da realidade concreta, pois quanto mais rica é a experiência, mais as criações se aproximam do que é real. Além disso, a imaginação está condicionada aos conhecimentos, aos interesses, aos costumes, às capacidades, hábitos e às particularidades da personalidade de cada pessoa (IGNATIEV, 1978).

De acordo com Rubinstein (1978), as formas inferiores e primitivas de imaginação se apresentam de maneira *involuntária* sob influência de necessidades, instintos e tendências não conscientes. Normalmente questões emocionais estão relacionadas às imagens formadas. Para o teórico, “[...] essa forma de imaginação é encontrada em sua pura aparência apenas em casos limítrofes nos níveis inferiores da consciência, nos estágios da sonolência e nos sonhos.” (RUBINSTEIN, 1978, p.

365, tradução nossa). Já a imaginação, enquanto FPS, permite a formação e transformação de imagens de acordo com objetivos da atividade criativa consciente do homem. Ignatiev (1978) pondera o assunto de maneira semelhante, afirmando que a imaginação se manifesta de forma involuntária e voluntária. No primeiro caso, quando as imagens aparecem de forma não intencional, como é o caso de imaginarmos uma situação descrita por alguém ou enxergamos a forma de um animal ao olhar para as nuvens no céu. O segundo, consiste na formação de imagens e ideias enquanto ato intencional da pessoa.

A imaginação voluntária pode ser caracterizada em dois tipos, que se diferenciam quanto à independência, à originalidade e ao caráter criativo: a *imaginação reprodutiva* ou *reprodutora* e a *imaginação criativa*.

A imaginação reprodutiva é aquela que constrói novas imagens a partir da descrição verbal de algo. Esse tipo de imaginação está, estritamente, relacionado à memória e, de acordo com Vygotsky (2012, p. 21, tradução nossa), “[...] consiste no fato de o homem reproduzir ou repetir modos de comportamento já anteriormente elaborados e produzidos ou ressuscitar traços de impressões anteriores.”.

A principal característica da imaginação reprodutiva é o fato de ela não criar nada de novo, mas sim se basear na reprodução de objetos ou fenômenos que já existem. A conservação de experiências anteriores é fundamental para essa modalidade de imaginação. A atividade reprodutiva é muito comum no cotidiano, sobretudo no ensino, que é consolidado em um ambiente em que os alunos devem reproduzir aquilo que corresponde aos conceitos novos, expressados em forma verbal pelo professor (IGNATIEV, 1978). Nessa situação, Ignatiev enfatiza que as representações do que se descreve no ensino dependem da qualidade da descrição:

Para que as reproduções do que é descrito verbalmente sejam precisas, é uma condição muito importante que elas dependam de um amplo conhecimento relacionado a elas. Mas esse conhecimento sobre o qual repousa a imaginação reprodutiva não é apenas lembrado, mas também transformado de acordo com o que o sujeito ouve pela primeira vez. [...]. A representação do novo depende em grande parte de como é descrito. É muito importante sublinhar o que o distingue do que já é conhecido, porque, no caso oposto, pode ser facilmente alterado pela influência do que já é conhecido. [...]. Para que as reproduções sejam exatas, é muito importante falar de maneira que se formem imagens vivas que concretizem os dados abstratos característicos do que está sendo descrito. (IGNATIEV, 1978, p. 312, tradução nossa).

Outro ponto importante, e que amplia a qualidade das reproduções, é a inclusão de atividades práticas, como desenhos, modelagem, explicações do que foi assimilado, entre outras. Além de mobilizar e/ou desenvolver a imaginação, essas atividades permitem que o professor verifique se as representações formadas pelos alunos estão corretas ou próximas da realidade.

Além de reproduzir experiências anteriores com mais ou menos precisão, o ser humano também é capaz de combinar e criar novas situações e novos conhecimentos a partir de vivências passadas. Essa atividade é conhecida como imaginação criativa ou a criatividade, e ultrapassa a própria memória (VYGOTSKY, 2012), sendo uma atividade geradora do novo, aquela que permite a formação de novas imagens sem se basear em uma descrição. Por meio dela podem ser obtidos produtos novos e originais, desse modo, a imaginação criativa tem suma importância social, pois, a partir dela é possível, por exemplo, inventar novos instrumentos de trabalho, descobrir novas leis científicas, criar obras artísticas ou literárias (IGNATIEV, 1978).

Importante ressaltar que:

Se a atividade do homem se reduzisse apenas à reprodução do passado, então seria uma criatura orientada somente para o passado e incapaz de se adaptar ao futuro. É precisamente a atividade criadora do homem que desperta a sua essência que está orientada para o futuro, tornando-o criativo e modificando o seu presente. (VYGOTSKI, 2012, p. 24).

A imaginação criativa é sempre movida por uma necessidade, um problema social, e é isso que dá forma aos produtos desse tipo de imaginação. Outro ponto relevante é o fato de a imaginação criativa ter uma origem social, veiculada por meio da troca de símbolos entre os indivíduos. Assim, a criatividade “[...] é historicamente determinada e faz parte de um sistema de significados mais complexo que se modifica ao longo dos estádios de desenvolvimento humano.” (VYGOTSKY, 2012, p. 13).

E como surge a capacidade de combinar e criar? Essa atividade não surge de imediato, mas sim de forma lenta e gradual, seguindo de formas simples a complexas durante as etapas etárias de desenvolvimento (VYGOTSKY, 2012). A imaginação criativa se liga à realidade de quatro maneiras: A) *por meio de experiências anteriores*: “[...] quanto mais rica for a experiência humana, mais

abundante será a matéria disponível para a imaginação.” (VYGOTSKY, 2012, p. 29). É por isso que a imaginação da criança, apesar de causar fascínio, é mais pobre que a dos adultos. B) *por meio da imaginação que cria a própria experiência*: a experiência alheia/socialização/descrição feita por outra pessoa permite que se imagine aquilo que não foi visto, e isso possibilita a assimilação de experiências histórico-sociais de outros, criando a própria experiência. No primeiro caso (A), a experiência criou a imaginação e, no segundo (B) a imaginação criou a experiência (VYGOTSKY, 2012). C) *por meio das emoções e sentimentos*: os sentimentos influenciam a percepção imaginativa das coisas, assim como a imaginação influencia os sentimentos. D) *por meio da criação de algo completamente novo*, que não existe na realidade: a imaginação pode criar algo novo, sem correspondência com experiências anteriores, exemplos disso podem ser:

[...] qualquer dispositivo técnico, máquina ou ferramenta. Resultado da imaginação combinatória do homem, estes novos objetos não correspondem a nenhum exemplo [...] existente na natureza, mas surgem da ação mais convincente e da ligação prática com a realidade, uma vez que, corporizadas, tornaram-se tão reais como as outras coisas e exercem a sua ação no mundo exterior. (VYGOTSKY, 2012, p. 40).

A imaginação criativa se manifesta em todos os momentos da vida cultural do homem e em diferentes campos de atividade, como exemplos temos o campo técnico, artístico, musical e científico. Assim, “[...] definitivamente, tudo o que nos rodeia e foi concebido pela mão do homem, todo o mundo da cultura, ao contrário do mundo da natureza, tudo isto é o resultado da criatividade e imaginação humanas.” (VYGOTSKY, 2012, p. 24). Desse ponto de vista, podemos considerar que a criatividade é mais uma regra do que uma exceção, e é comum a todas as pessoas, pois mesmo uma pequena novidade, ou pensamento novo, é resultado do processo criativo humano (VYGOTSKY, 2012). No entanto, as formas superiores de criatividade, aquelas que criam grandes invenções científicas, artísticas, literárias, são restritas a um pequeno grupo.

Entre as áreas de atividade cultural, destaca-se a imaginação na área científica, que acrescenta muitas contribuições ao entendimento do desenvolvimento/mobilização da imaginação nos participantes desta pesquisa, alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Para Ignatiev (1978), o trabalho

científico precisa da imaginação, assim como as demais atividades criativas. O autor descreve e diferencia três fases importantes na criação de conhecimentos científicos, as quais são características da cultura científica: a fase preparatória, que consiste na identificação de um problema, elaboração de hipóteses e do método de pesquisa; a investigação, que inclui o teste das hipóteses; e a generalização dos resultados encontrados, que pode levar à solução do problema. O desenvolvimento dessas fases vai ao encontro da temática em estudo nesta pesquisa, já que a abordagem didática do EI busca a aproximação com práticas características da cultura científica. E, por isso, consideramos que, durante o desenvolvimento das hipóteses e investigação dos problemas propostos pela professora pesquisadora, os alunos terão oportunidades de colocar a imaginação, tanto criativa quanto reprodutiva, em movimento.

O desenvolvimento da imaginação na infância não foge à regra de outras FPS. A imaginação infantil é muito diferente da dos adultos e evolui à medida que a criança enriquece sua experiência por meio de influências do ambiente sociocultural à sua volta. Muitas vezes, considera-se que a imaginação infantil é mais “fértil” do que a dos adultos, isto ocorre porque as crianças normalmente têm facilidade em construir combinações de imagens, de misturar a realidade. Entretanto, essa facilidade mostra, na verdade, que a imaginação infantil ainda não está completamente desenvolvida, pois, apresenta, com muito mais frequência, desvios da realidade.

Nessa linha de pensamento, Vygotsky (2012, p. 58-59) ressalta o seguinte:

Sabemos que a experiência da criança é mais pobre do que a experiência do adulto. Sabemos também que os seus interesses são mais simples, elementares e mais pobres; por fim, a sua relação com o seu contexto é igualmente menos complexa, desprovida da precisão e variedade do comportamento da pessoa adulta, sendo que todos estes fatores são importantíssimos definidores do trabalho da imaginação. A imaginação na criança [...] não é mais rica, mas mais pobre do que a imaginação do homem adulto; ao longo do processo de desenvolvimento da criança também se desenvolve a imaginação e atinge a maturidade na idade adulta.

Gradualmente, sobretudo na idade escolar, a criança conta com uma maior experiência de vida e possui conhecimentos mais ricos. Isso faz com que a imaginação passe de formas subjetivas de fantasia para formas objetivas da imaginação criativa, que se materializam nos produtos objetivos criativos. Cabe

ressaltar que a imaginação criativa, aquela que cria algo novo nos níveis mais altos de civilização, manifesta-se apenas na idade madura por exigir premissas complexas (RUBINSTEIN, 1978). Vygotsky (2012) relata uma correspondência entre o desenvolvimento da imaginação e o amadurecimento sexual dos adolescentes. Isso quer dizer que os primeiros estágios da imaginação criativa se iniciam na adolescência. Desse modo, é compreensível que a imaginação não se desenvolva plenamente na Educação Básica, o que também se aplica a outras FPS.

As condições e o meio em que a criança convive estão diretamente relacionadas à qualidade da imaginação. Como exemplo disso, Vygotsky (2012) pondera a distribuição desproporcional de cientistas e inovadores entre as classes sociais, relatando que nas classes mais privilegiadas há mais acesso aos conhecimentos historicamente acumulados e mais condições para a atividade criativa. O importante é que a imaginação pode ser direcionada no trabalho escolar. Para isso ocorrer, o professor deve lançar mão de diferentes estratégias que estimulem a imaginação, dando oportunidades para que os alunos expressem o que estão assimilando. Ao mesmo tempo, como descreve Ignatiev (1978, p.337, tradução nossa), “[...] o professor deve ter muito cuidado para garantir que uma atitude crítica em relação aos produtos da imaginação se desenvolva, garantindo que ela não se torne uma fantasia inútil”. Com ideias semelhantes, Rubinstein (1978) diz ser necessário desenvolver a aptidão da criança para críticas e, também, uma postura crítica sobre si mesmo e sobre seus próprios pensamentos, caso contrário a imaginação pode se tornar pura fantasia. No entendimento do autor, o estudante deve se acostumar a aplicar a imaginação em situações de estudo, em atividades reais para que não se tornem alheias à vida. Na mesma direção, Vygotsky (2012) destaca a importância do alargamento da experiência do escolar para se criar bases cada vez mais sólidas para a imaginação:

Quanto mais a criança viu, ouviu e experimentou, mais sabe e assimila. Quanto mais elementos da realidade a criança tiver à disposição na sua experiência mais importante e produtiva, em circunstâncias semelhantes, maior será a sua atividade imaginativa. (VYGOTSKY, 2012, p. 33).

Diante do que foi apresentado, fica claro que a imaginação é uma FPS muito importante para a vida do homem histórico-cultural. Sem essa capacidade tipicamente humana, a transformação concreta e objetiva do mundo que nos rodeia

seria inviabilizada. Consideramos que abordagens de ensino, como a que propomos nesta pesquisa, podem colocar a imaginação em movimento abrindo caminhos para que essa função se desenvolva plenamente no futuro, levando em conta suas regras gerais.

2.2.7 Emoções e sentimentos

As emoções e os sentimentos são uma das formas pelas quais o mundo real se reflete no ser humano (BLAGONADEZHINA, 1978). Muitos objetos e fenômenos do cotidiano despertam experiências emocionais como alegria, tristeza, admiração, medo e raiva. Essas emoções são subjetivas e dependem das demandas da sociedade, das necessidades do indivíduo e do que é mais importante para ele.

O aparecimento de experiências emocionais positivas ou negativas depende do atendimento ou não das necessidades e demandas da sociedade. Essa divisão não depende do valor que essas experiências têm para o homem, mas apenas caracteriza a relação que existe entre as causas que as produzem, as necessidades do homem e as demandas sociais. Objetos e fenômenos que permitem satisfazer necessidades ou que correspondem a demandas sociais causam uma experiência emocional positiva (satisfação, alegria, amor, etc.). E, pelo contrário, o que dificulta a satisfação das necessidades, ou não está de acordo com as demandas da sociedade, motiva experiências emocionais negativas (insatisfação, tristeza, angústia, medo, etc.). (BLAGONADEZHINA, 1978, p. 355-356, tradução nossa).

Esse fato pode e deve ser considerado no contexto escolar, sendo relevantes a identificação e a análise da ZDP dos estudantes, para a proposição de atividades que estejam ao alcance dos alunos e estimulem sentimentos e emoções que promovam o desenvolvimento intelectual.

É importante diferenciar as vivências emocionais em dois grupos distintos, porém intimamente relacionados: as emoções e os sentimentos. As emoções são vivências emocionais mais simples e estão relacionadas, principalmente, à satisfação ou insatisfação de sensações orgânicas, como a necessidade de se alimentar, de saciar a sede ou de se defender em situações perigosas. Além disso, incluem-se nesse grupo as reações afetivas relacionadas às sensações; por exemplo, alguns fenômenos sensitivos, como sons, cores, cheiros, sabores, são agradáveis, enquanto outros são desagradáveis (BLAGONADEZHINA, 1978).

Diferente dos sentimentos, que são específicos do ser humano, as emoções podem existir em outras espécies animais, principalmente as que se relacionam às necessidades orgânicas. Entretanto, mesmo as emoções humanas mais simples, como o estresse gerado pela fome, são movidas pelas experiências sociais.

Os sentimentos surgiram no curso do desenvolvimento histórico e social da humanidade e estão relacionados às condições em que os homens vivem. Pelo fato de terem caráter histórico e social, os sentimentos dependem das necessidades impostas culturalmente e se modificam no curso do desenvolvimento da história humana. Conforme esclarece Blagonadezhina (1978, p. 359, tradução nossa):

Mudanças nas condições sociais da vida mudam a atitude do homem em relação ao mundo e, como consequência, seus sentimentos mudam. Aquilo que em uma época histórica motivou sentimentos especiais aos membros de uma determinada classe social, pode motivar sentimentos opostos nos membros de outra classe social e em outra época histórica.

Além das diferenças mencionadas, as emoções e os sentimentos se distinguem pelo grau de constância. As emoções são sempre circunstanciais e quando a situação que as gerou muda elas enfraquecem ou desaparecem rapidamente. Ao contrário, os sentimentos podem ser circunstanciais ou prolongados. Nesse último caso, eles aparecem de forma constante em relação aos objetos e fenômenos do cotidiano. De acordo com Blagonadezhina (1978), o sentimento prolongado permanece mesmo que em situações adversas o objeto cause sentimentos circunstanciais no indivíduo. Os sentimentos também podem se generalizar, tornando-se geneticamente permanentes. Essa generalização é resultado de repetidas experiências emocionais relacionadas a determinado objeto ou fenômeno.

Os sentimentos morais, estéticos e intelectuais constituem um grupo especial de sentimentos, conhecidos como sentimentos superiores. Blagonadezhina (1978, p. 371, tradução nossa) salienta que “[...] em todos os sentimentos superiores, é característico que o objeto que os motiva esteja em relação mútua com certos princípios, normas e demandas sociais”. De acordo com o mesmo autor, esses sentimentos estão incrustados na sociedade na forma de valores, desse modo, o indivíduo pode ter consciência deles ou não.

Os sentimentos morais estão relacionados aos valores estabelecidos na sociedade. Pode-se dizer que esses sentimentos determinam o que é certo ou errado no convívio com outras pessoas.

A origem dos sentimentos morais deve ser buscada na vida e na atividade conjunta dos homens, na generalização dos objetivos estabelecidos e na luta comum que eles realizam para alcançá-los. Qualquer coisa que esteja de acordo com os interesses gerais da sociedade parece certo e moral. Tudo o que prejudica o bem-estar da sociedade é proibido ou imoral. (BLAGONADEZHINA, 1978, p. 368, tradução nossa).

Entre os sentimentos morais, destacam-se os sentimentos de dever e responsabilidade e de honra pessoal e social. Os sentimentos morais são formados quando o indivíduo vivencia situações que exijam uma conduta moral. O relacionamento com outras pessoas é importante para que as normas morais sejam assimiladas. Nesse cenário, a escola é um espaço propício para o desenvolvimento dos sentimentos morais, uma vez que a educação escolarizada pode ampliar o conteúdo que motiva experiências emocionais. É na escola que o aluno pode começar a desenvolver o sentimento de dever e responsabilidade e a adaptar sua conduta às exigências sociais, dominando emoções que destoam de tais exigências (BLAGONADEZHINA, 1978).

Assim como os sentimentos morais, os sentimentos estéticos são condicionados pela vida em sociedade. Esses sentimentos estão relacionados ao conceito de belo que está consolidado na sociedade em determinado contexto histórico. Desse modo, as normas estéticas geralmente não são as mesmas ao longo do tempo, além disso, elas podem variar conforme a classe social. A beleza, que corresponde às demandas sociais, pode ser aplicada a praticamente qualquer coisa do cotidiano, como objetos e fenômenos da natureza ou até mesmo a atitudes de outras pessoas. Os sentimentos estéticos são assimilados no convívio social, embora muitas vezes não tenhamos consciência dessa assimilação.

Os sentimentos intelectuais estão relacionados à atividade cognitiva e dependem da satisfação de interesses cognitivos e da solução de problemas racionais. Segundo Blagonadezhina (1978, p 370, tradução nossa), “[...] esses sentimentos incluem a experiência de que o conhecimento é um reflexo da verdade objetiva”. Para que os sentimentos intelectuais se desenvolvam, é muito importante

que a atividade cognitiva teórica se destaque como um tipo particular de atividade. A ideologia científica, uma das capacidades construídas na escola, tem grande influência sobre o desenvolvimento dos sentimentos intelectuais e é um exemplo de resultado alcançado por meio do trabalho com a atividade cognitiva teórica na escola. Podemos dizer que a assimilação de conhecimentos produzidos pela Ciência é, estritamente, relacionada aos sentimentos intelectuais. Na escola, os sentimentos intelectuais se desenvolvem à medida que se amplia o leque de conhecimentos proporcionados pelo estudo. A resolução de problemas é uma das formas mais significativas de ampliação da atividade intelectual. Destaca-se, também, que o desenvolvimento da abstração, processo presente no desenvolvimento do pensamento, é uma atividade que estimula o desenvolvimento de sentimentos intelectuais.

O acesso a conhecimentos científicos é fundamental para desenvolver e moldar os sentimentos, tanto quanto a maneira de propiciá-los. Conforme Blagonadezhina (1978, p 381, tradução nossa), muitas abordagens podem não surtir o efeito pedagógico esperado: “[...] persuasão constante e explicações excessivas podem levar a um resultado contrário”. Com fundamentos nesse autor, consideramos que uma das principais funções do professor é estimular atitudes emocionais positivas em relação ao que é muitas vezes indiferente aos alunos, mostrando o quanto aquilo pode ser importante para as suas vidas. Para tanto, deve-se dar atenção especial ao planejamento de atividades que conduzam a este objetivo e estimulem o desenvolvimento de sentimentos relacionados à superação de dificuldades, à responsabilidade, à valorização da própria personalidade e ao reconhecimento da importância social dos estudos para a vida em sociedade.

A evolução das emoções e dos sentimentos é de grande importância para a construção da personalidade de uma pessoa. O acesso a experiências sociais de qualidade influencia de forma significativa na formação da conduta moral de cada indivíduo e na harmonia das relações inter e intrapessoais. Na jornada de desenvolvimento social, a escola tem um papel de destaque na evolução das emoções e dos sentimentos sociais, representando um dos primeiros acessos ao desenvolvimento substancial dos sentimentos superiores. O trabalho com os conhecimentos científicos e as atividades relacionadas à aquisição desses saberes são vivências práticas, que ajudam a construir a conduta em sociedade e a

desenvolver os sentimentos de dever e responsabilidade. Nessa condição, é sempre pertinente pensar em abordagens que proporcionem experiências emocionais de alto valor educativo e que enriqueçam os sentimentos.

2.3 FORMAÇÃO DE CONCEITOS E O MÉTODO FUNCIONAL DE DUPLA ESTIMULAÇÃO

A formação de conceitos é resultado de uma atividade complexa, que envolve o uso de muitas funções psicológicas. É no processo de elaboração conceitual, sobretudo no desenvolvimento de conceitos científicos, que muitas FPS são mobilizadas. Considerando que o conteúdo conceitual é o fundamento do Ensino de Ciências, até mesmo em perspectivas de ensino consideradas inovadoras (FRANCO; MUNFORD, 2020), entendemos que a explicitação do processo de formação de conceitos, bem como os fundamentos do método que permitiu seu estudo, são importantes para entender a origem e o desenvolvimento de FPS na atividade pedagógica.

Os processos que resultam na formação dos conceitos se iniciam na infância, mas somente no início da puberdade começam a se desenvolver funções intelectuais, que são base para a formação de conceitos e o pensamento abstrato (VIGOTSKI, 2009). As relações socioculturais exercem forte influência no desenvolvimento dos conceitos, visto que o relacionamento com outras pessoas propicia o contato com uma série de significados historicamente acumulados, que culmina na elaboração conceitual. No entanto, esse processo não é linear e pode não acontecer para todo e qualquer indivíduo, pois ele depende do acesso aos elementos mediacionais desenvolvidos culturalmente (FONTANA, 1996).

Vigotski explica que a formação de conceitos é um processo produtivo e não reprodutivo, pois os conceitos surgem e se constituem durante operações complexas voltadas para a solução de problemas. A memorização de palavras ou a simples associação destas com objetos não leva à formação conceitual. Então, para que o processo de formação conceitual inicie, é necessário “[...] surgir um problema que só possa ser resolvido pela formação de novos conceitos” (VIGOTSKI, 2009, p.157).

Além do mais, conforme salientam Menchinskain, Smirnov e Shemiakin (1978, p. 245, tradução nossa):

A assimilação de conceitos não é uma simples transmissão de conhecimento do adulto para a criança, mas um processo complicado que depende de experiências anteriores, do conhecimento que já se tem, da atividade realizada no processo de assimilação e do sistema de operações mentais usado para isso. A criança assimila os conceitos de maneira ativa; pensa sobre o que os adultos comunicam, reconsidera suas experiências anteriores e introduz muito do que está no conteúdo dos conceitos a sua maneira, de acordo com sua experiência e sua atitude em relação aos objetos e fenômenos generalizados por um determinado conceito. (MENCHINSKAIN; SMIRNOV; SHEMIAKIN, 1978, p. 245, tradução nossa).

Como mencionado, o desenvolvimento das FPS ocorre por meio da mediação e os signos são meios fundamentais de orientação e domínio nos processos psíquicos. Nessa circunstância, o signo é a palavra no processo de formação conceitual, que no início “[...] tem o papel de meio na formação de um conceito e, posteriormente, torna-se seu símbolo.” (VIGOTSKI, 2009, p. 161). Todo conceito, seja qual for o nível do seu desenvolvimento, é, em termos psicológicos, um ato de generalização. Assim, os conceitos evoluem como significados das palavras, passando de uma estrutura de generalização para outra:

Em qualquer idade, um conceito expresso por uma palavra representa uma generalização. Mas os significados das palavras evoluem. Quando uma palavra nova, ligada a um determinado significado, é aprendida pela criança, o seu desenvolvimento está apenas começando; no início ela é uma generalização do tipo mais elementar que, à medida que a criança se desenvolve, é substituída por generalizações de um tipo cada vez mais elevado, culminando o processo na formação dos verdadeiros conceitos. (VIGOTSKI, 2009, p. 246).

Nessa linha de pensamento, Fontana (1996, p. 18) relata que a estrutura de generalização da palavra sofre profundas mudanças ao longo do desenvolvimento da criança, caracterizadas por “[...] uma crescente independência dos significados em relação ao contexto espaço-temporal em que foram produzidos [...]”. No entanto, isso não quer dizer que adolescentes e adultos utilizarão apenas as formas de classificação conceituais, pois, mesmo após chegar ao nível mais complexo de elaboração conceitual, formas mais elementares não são abandonadas. Contudo, após passar pelo processo de formação conceitual, a pessoa inclina a se concentrar,

primeiramente, nas relações de classe entre as palavras/objetos, e não mais nas interações concretas/imediatas entre estes.

Para estudar o processo de formação conceitual, Vigotski e colaboradores desenvolveram uma metodologia de estudo, denominada *método funcional de dupla estimulação*, em que estudaram o desenvolvimento e a atividade das FPS com auxílio de dois estímulos: o primeiro é uma tarefa a ser realizada ou um problema a ser resolvido. Essa tarefa, ou problema, está acima do desenvolvimento real do indivíduo, dessa forma, não pode ser resolvida com os conhecimentos que o indivíduo possui (VYGOTSKY, 1978). O segundo é um objeto neutro²⁸ que tem potencial para ser utilizado como ferramenta para realizar a tarefa ou resolver o problema (VYGOTSKY, 1978; CASSANDRE; PEREIRA-QUEIROL, 2014). Quando o indivíduo utiliza o objeto/estímulo neutro para solucionar o problema/tarefa, o objeto assume função de signo e a estrutura da operação/comportamento assume um caráter diferente (VYGOTSKY, 1978).

O objetivo geral do método é “[...] descobrir o papel da palavra e o caráter de seu emprego funcional no processo de formação de conceitos [...]” (VIGOTSKI, 2009, p. 164). Além disso, a metodologia permite investigar a maneira como os indivíduos utilizam os signos para organizar seus próprios comportamentos (operações intelectuais), tendo em vista que a resolução do problema junto à aplicação do instrumento corresponde à real formação de conceitos (VYGOTSKY, 1978).

Para Vigotski (2009), a elaboração do método se fez necessária diante da ausência de uma metodologia experimental que permitisse um estudo aprofundado sobre o processo de formação de conceitos e a sua natureza psicológica. Nesse contexto, Vigotski (1978) critica a visão comportamentalista, a qual tentava estudar as formas superiores de comportamento a partir de situações “estímulo-resposta”. Para o teórico, as FPS têm natureza mediada, dessa maneira, o experimento “estímulo-resposta” não dava conta de estudá-las. Em vez disso, o teórico ofereceu em sua abordagem estímulos auxiliares que foram utilizados para transformar a

²⁸ Fundamentados em Vigotski, Cassandre e Godoi (2013, p. 15), afirmam que “por objeto neutro, Vygotsky refere-se à maneira como ele vai ser usado pelo indivíduo, a qual não deve ser por imposição do intervencionista, mas sim deixando livre para que o indivíduo a recuse ou re-invente de acordo com as suas condições, conhecimento e percepção.”.

história do comportamento. Isso permitiu que se descobrisse a estrutura interna e o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores (VYGOTSKY, 1978).

A partir das conclusões desse experimento, Vigotski traçou uma trajetória de formação conceitual, caracterizada por três estágios: o *pensamento sincrético*, o *pensamento por complexos* e o *pensamento conceitual*, sendo cada um deles divididos em várias fases.

Em síntese, o *pensamento sincrético* se caracteriza por um pensamento conceitual indiscriminado, fortemente relacionado ao mundo concreto. Nesse estágio, a criança tenta significar as palavras com base em suas experiências concretas. No *pensamento por complexos*, as palavras começam a se associar na mente da criança com base em relações existentes de fato entre elas. No entanto, as generalizações realizadas ainda se baseiam em experiências concretas e apresentam níveis baixos de abstração.

O *pensamento conceitual*, propriamente dito, começa se desenvolver quando o indivíduo possui as estruturas neurais necessárias para a formação dos verdadeiros conceitos, normalmente na adolescência. Nesse estágio, a palavra começa a ser utilizada como referência a categorias abstratas (FONTANA, 1996). Assim, os conceitos desenvolvidos pressupõem “[...] abstrair, isolar elementos e ver os elementos abstraídos da totalidade da experiência concreta em que se encontram mergulhados.” (VIGOTSKI, 2008, p. 78). No pensamento conceitual, o indivíduo considera a palavra como um símbolo do objeto, sem a necessidade de tê-lo à vista.

A partir de seu experimento, Vigotski chegou à conclusão de que somente na adolescência a criança conclui o terceiro estágio de formação de conceitos e chega ao pensamento conceitual. As formas de pensamentos sincréticos e por complexos vão sendo abandonadas. Mesmo que o uso de conceitos verdadeiros seja mais frequente, Vigotski explica que os vários estágios da elaboração conceitual coexistem.

Além disso, as observações indicaram que os conceitos não se formam por meio de meras associações, mas a partir de operações intelectuais em que todas as FPS se intercomunicam: “[...] esta operação é orientada pela utilização das palavras como forma de ativar a atenção, abstrair características e realizar a síntese e representação através de um signo.” (DIAS *et al.*, 2013, p. 497).

O desenvolvimento dos conceitos científicos é um processo que pode revelar, de forma profunda, as leis que regem a formação dos conceitos. Para esta pesquisa, em que propiciamos aos alunos conceitos científicos nas atividades fundamentadas no EI, o entendimento do processo de elaboração conceitual e da relação entre conceitos científicos e cotidianos se fez fundamental.

2.3.1 Conceitos cotidianos e conceitos científicos

A aprendizagem das crianças começa muito antes de elas frequentarem a escola. Em sua vida cotidiana, as crianças constroem uma série de conhecimentos sobre o mundo ao seu redor a partir da interação com outras pessoas. Esses conhecimentos adquiridos no cotidiano estão fortemente relacionados à realidade empírica da criança. Dessa maneira, o intercâmbio de significados ocorre espontaneamente nas interações cotidianas e as palavras são objeto de transmissão prática interessada, tanto que, muitas vezes, os conceitos utilizados por adultos e crianças equivalem funcionalmente. Nesse processo, a atenção da criança não está centrada na atividade intelectual envolvida (FONTANA, 1996).

Já quando a criança ingressa na escola, outro tipo de conhecimento se realiza, pois, em sala de aula, há o explícito objetivo de aquisição de conhecimentos sistematizados. A elaboração conceitual exige a utilização de operações lógicas complexas, tais como comparação, classificação e dedução; a “[...] apreensão dos conceitos sistematizados é organizada de maneira discursiva e lógica-verbal [...]”; e “[...] a relação da criança com o conceito é sempre mediada por algum outro conceito.” (FONTANA, 1996, p. 21).

É nessa perspectiva que se faz uma importante distinção entre os conhecimentos apropriados na vida cotidiana e os adquiridos na escola, chamados, respectivamente, de conceitos cotidianos²⁹ e conceitos científicos. Os conceitos cotidianos são aqueles construídos na experiência pessoal, concreta e cotidiana,

²⁹ Segundo Van der Veer e Valsiner (2001), Vigotski preferia a terminologia “conceitos cotidianos” em vez de “conceitos espontâneos” para evitar a ideia de que os conceitos fossem “inventados” espontaneamente pelas crianças, já que o teórico reconhecia expressamente o papel dos adultos na aquisição de conceitos. No entanto, a obra “A construção do pensamento e da linguagem” (VIGOTSKI, 2009) apresenta a terminologia “conceitos espontâneos” para designar os conceitos adquiridos em experiências pessoais, empíricas. Por este motivo, a nomenclatura “conceitos espontâneos” também aparece nesta pesquisa nas citações diretas dessa obra.

eles são caracterizados pela ausência de sistematicidade. Já os conceitos científicos podem ser adquiridos por meio do ensino sistemático nas escolas, eles se organizam em uma sistematicidade que pressupõe hierarquia interior e complexas inter-relações e, muitas vezes, não estão diretamente relacionados a experiências concretas.

Embora não apresentem as mesmas vias de formação, Vigotski explica que os processos de desenvolvimento de tais conceitos se encontram interligados, de modo que exerçam influências um sobre o outro, conforme escreve a seguir:

[...] independentemente de falarmos do desenvolvimento dos conceitos espontâneos ou científicos, trata-se do desenvolvimento de um processo único de formação de conceitos, que se realiza sob diferentes condições internas e externas, mas continua indiviso por sua natureza e não se constitui da luta, do conflito e do antagonismo entre duas formas de pensamento que desde o início se excluem. (VIGOTSKI, 2009, p. 261).

Nessa direção, o desenvolvimento dos conceitos científicos só é possível quando há certo grau de amadurecimento dos conceitos cotidianos, já que não é possível tomar consciência daquilo que não existe. Além disso, os conceitos científicos precisam ser mediados por conceitos anteriormente construídos. Quanto a essa questão, é importante salientar que ao operar com conceitos cotidianos a criança não toma consciência destes, dado que sua atenção se centra no objeto a que o conceito está relacionado, e não em seu próprio ato de pensar. Assim, os conceitos cotidianos estão desvinculados de um sistema, sendo considerados pelo teórico como “não conscientizados” e “assistemáticos” (VIGOTSKI, 2009).

No entanto, quando chega à escola, a instrução pedagógica propicia algo fundamentalmente novo ao pensamento da criança, pois os conceitos científicos (com sua relação inteiramente distinta com o objeto, mediados por outros conceitos e com seu sistema hierárquico interior de inter-relações), propiciam um meio no qual “[...] se desenvolvem a consciência e o domínio do objeto, sendo mais tarde transmitidos para outros conceitos e outras áreas do pensamento.” (VIGOTSKI, 2008, p. 92). Dessa maneira, a tomada de consciência está relacionada à construção dos conceitos científicos (VIGOTSKI, 2009).

A tomada de consciência é a passagem dos conceitos não conscientizados para os conscientizados. Para Piaget, a criança vai tomando consciência à medida

que o egocentrismo se reduz e as formas de pensamento sociais aumentam, porém, discordando disso, Vigotski concluiu que a não consciência dos conceitos é causa da ausência de sistematicidade e a tomada de consciência se dá a partir da formação de um sistema “[...] baseado em determinadas relações recíprocas de generalidade, e que tal tomada de consciência dos conceitos os torna arbitrários.” (VIGOTSKI, 2009, p. 295).

Nesse ponto de vista, a tomada de consciência também significa generalização e a generalização só é possível quando os conceitos fazem parte de um sistema, por isso, “[...] um conceito de grau superior implica a existência de uma série de conceitos subordinados e pressupõe também uma hierarquia de conceitos com diversos níveis de generalidade.” (VIGOTSKI, 2008, p. 93). Assim sendo, o conceito científico tem um lugar específico no sistema de conceitos e esse lugar determina a sua relação com os demais conceitos.

Para explicar isso, Vigotski traz como exemplo as palavras “flor” e “rosa” dizendo que antes de operar como um conceito generalizante, a palavra “flor”, apesar de ser mais genérica, está no mesmo patamar que a palavra “rosa”, ou seja, não inclui nem subordina a si a palavra “rosa”. Mas quando se toma consciência da palavra “flor”, “a relação entre “flor” e “rosa”, assim como entre flor e outros conceitos subordinados, também se transforma no cérebro da criança” (VIGOTSKI, 2008). E assim, surge um sistema nesses conceitos.

Vigotski também concluiu que a formação de sistemas e a tomada de consciência, características dos conceitos científicos, não advêm de elementos de fora dos conhecimentos já assimilados pela criança (no caso os conceitos cotidianos), pois a formação dos conhecimentos científicos necessita da existência de conceitos cotidianos bastante maduros, pois, como mencionado, não é possível tomar consciência daquilo que não existe.

Outro aspecto interessante discutido são as mudanças que os conceitos científicos proporcionam aos cotidianos, pois, quando a criança domina as operações características dos conceitos científicos, ela transfere esse domínio ao campo dos conceitos cotidianos, elevando o nível destes, reconstruindo-os. Isso porque as trajetórias de desenvolvimento de ambos conceitos são distintas: enquanto os conceitos cotidianos se desenvolvem de baixo para cima, ou seja, das propriedades mais elementares às superiores, os conceitos científicos se

desenvolvem de cima para baixo, ou seja, das propriedades superiores para as mais elementares e inferiores.

Essa diferença entre propriedades elementares/inferiores e propriedades superiores tem a ver com a relação que os dois tipos de conceito têm com o objeto. No domínio dos conceitos cotidianos, a criança está imersa em operações concretas, palpáveis, empíricas, ou seja, há forte vínculo com a experiência pessoal. A criança opera espontaneamente com os objetos, tem consciência deles, mas não dos conceitos que os representam, do ato de pensamento que concebe esses conceitos, por esse motivo essas propriedades são caracterizadas por Vigotski como elementares/inferiores. Já no campo dos conceitos científicos ocorre um caso contrário, habitualmente começa-se “[...] pelo trabalho com o próprio conceito como tal, pela definição verbal do conceito, por operações que pressupõe a aplicação não espontânea desse conceito [...]” (VIGOTSKI, 2009, p. 345), ou seja, por propriedades concebidas como superiores que “estimulam” a tomada de consciência e intencionalidade.

Os conceitos científicos são fortes no campo determinado pelas propriedades superiores, como a tomada de consciência e a arbitrariedade, ao passo que os conceitos cotidianos são fracos nesse domínio, pois sua força reside na aplicação cotidiana, na experiência concreta, empírica. Logo, o que se constitui como fraqueza de um é a fortaleza do outro (VIGOTSKI, 2009).

Os conceitos científicos abrem o caminho para que os conceitos cotidianos se tornem conscientes e arbitrários, motivo esse, para a afirmação de que os conceitos científicos mudam os cotidianos em sua estrutura, como salienta Vigotski (2009, p. 358): “[...] os conceitos espontâneos, ao colocar-se entre o conceito científico e o seu objeto, adquire toda uma variedade de novas relações com os outros conceitos e ele mesmo se modifica em sua própria relação com o objeto”.

Vigotski também vincula as trajetórias de desenvolvimento dos conceitos cotidianos e científicos à ZDP e ao nível de desenvolvimento real porque, para ele, a tomada de consciência e a arbitrariedade (capacidades não completamente desenvolvidas nos conceitos cotidianos) estão situadas na ZDP do aluno escolar, isso porque em colaboração com parceiros mais capazes essas propriedades se tornam possíveis. Esse vínculo explica, mais uma vez, a dependência dos conceitos científicos em relação a certo grau de desenvolvimento dos conceitos cotidianos,

pois a tomada de consciência e arbitrariedade estão na ZDP e, também, as transformações qualitativas que os conceitos científicos proporcionam aos cotidianos, já que aqueles concretizam a ZPD destes: “[...] porque o que a criança hoje é capaz de fazer em colaboração, amanhã estará em condições de fazer sozinha” (VIGOTSKI, 2009, p. 351).

Diante das discussões empreendidas, é preciso reforçar que os conceitos científicos possibilitam o desenvolvimento de estruturas que se encontram na ZDP, e que tais conceitos antecipam e abrem caminho para áreas do desenvolvimento ainda não percorridas. Nesse sentido, a aprendizagem de conceitos científicos desempenha um importante papel em todo o desenvolvimento intelectual da criança, mobilizando e desenvolvendo todas as FPS. Por esse motivo, o aprendizado escolar, o qual propicia a sistematização dos conceitos, é fundamental para o entendimento do desenvolvimento das funções psicológicas tipicamente humanas.

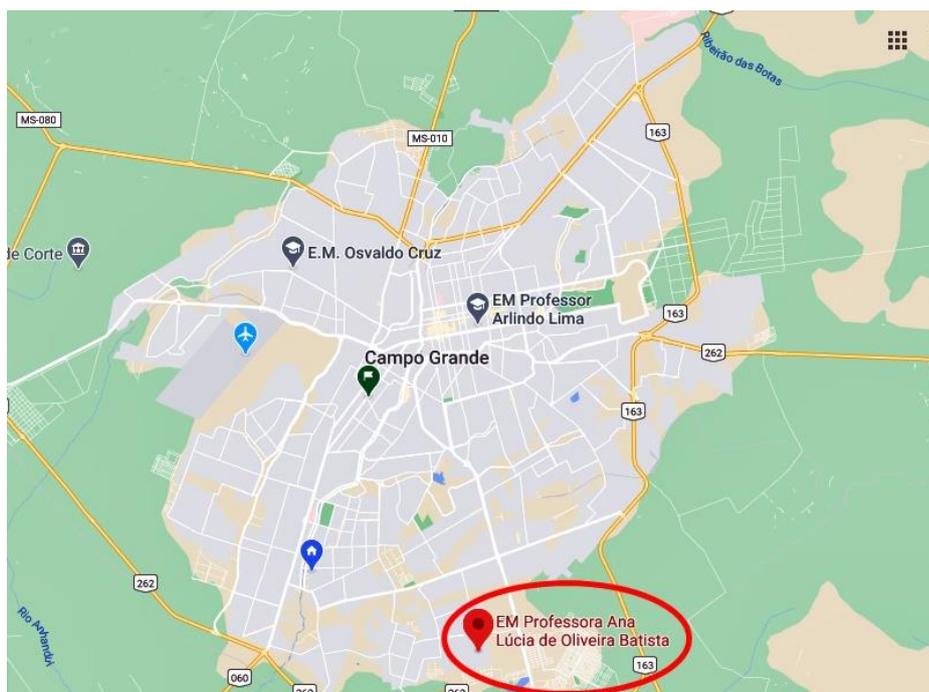
CAPÍTULO 3: A METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo apresentamos o contexto da pesquisa e o método de investigação, tipificado como *intervenção pedagógica*. Para detalhar o método, também tecemos considerações sobre a metodologia de ensino utilizada e a metodologia de análise dos dados coletados.

3.1 O CONTEXTO DA PESQUISA

Para atender aos objetivos da pesquisa, elaboramos Sequências Didáticas (SDs) baseadas no EI que foram desenvolvidas no segundo semestre do ano de 2019, no laboratório de Ciências, com 25 alunos de uma turma de 4º ano dos anos iniciais do Ensino Fundamental da Escola Municipal Prof.^a Ana Lúcia de Oliveira Batista³⁰, localizada em Campo Grande, Mato Grosso do Sul (MS) (Figura 3).

Figura 3 - Localização da escola em Campo Grande (MS). A escola se localiza na região periférica da cidade.



Fonte: Adaptado de Google Maps (2020).

³⁰ A direção da escola autorizou o desenvolvimento da pesquisa na unidade por meio de Carta de Anuência (Apêndice C). Além disso, o projeto da pesquisa foi submetido e autorizado pelo Comitê de Ética da UFMS (CAAE: 03909818.7.0000.0021).

A escola está localizada em um bairro de classe média baixa de Campo Grande e atende, majoritariamente, alunos que residem na região. Esclarecemos que Campo Grande é dividida em 7 regiões urbanas (Anhanduizinho, Bandeira, Centro, Imbirussu, Lagoa, Prosa e Segredo), assim designadas diante da localização dos córregos de mesmos nomes, sendo a escola localizada na região do Anhanduizinho.

A escola funciona como uma Escola em Tempo Integral (ETI) e contempla turmas da Educação Infantil ao 5º ano do EF. A instituição obteve notas 7,2 e 7,0 no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) nos anos de 2017 e 2019, respectivamente. Essas médias estão acima dos IDEBs observados nas escolas públicas que atendem os anos iniciais do Ensino Fundamental do país, e das próprias metas estabelecidas para os anos de 2017 e 2019.³¹

Por funcionar em período integral, apresenta uma grade curricular diferenciada em relação a outros estabelecimentos de ensino da cidade. Os alunos permanecem na escola durante oito horas e, além de estudarem as disciplinas comuns ao currículo da Educação Básica, desenvolvem atividades curriculares complementares, constituídas por projetos, que podem estar relacionados a diferentes áreas do conhecimento, como estudo de línguas estrangeiras (inglês e espanhol), atividades esportivas (ginástica olímpica, dança, judô, xadrez, tênis de mesa, entre outras), atividades artísticas e culturais (música, teatro, cultura popular, entre outras). Além disso, todas as turmas frequentam o laboratório de Ciências uma vez por semana, durante 1 hora/aula, normalmente para desenvolver atividades práticas relacionadas aos assuntos estudados com a professora pedagoga regente.

Entre as peculiaridades, o “educar pela pesquisa” é um dos princípios metodológicos que devem guiar a organização do trabalho pedagógico na ETI. No documento que orienta o funcionamento das escolas integrais, esse princípio é descrito como um recurso pedagógico da aprendizagem que representa “[...] uma frutífera metodologia a ser adotada com os alunos, retirando-os de uma posição de passividade para uma postura de responsabilidade pela sua aprendizagem.” (CAMPO GRANDE, 2011, p. 38). Além de tudo, é esperado que os alunos sejam desafiados realizar algumas atividades, como:

³¹ Fonte: <<http://ideb.inep.gov.br/>>. Acesso em 22 mai. 2021.

[...] elaborar e se apropriar do conhecimento por meio da investigação científica e criar hipóteses, elaborar teorias, justificar, experimentar, construir relações, revisar suas produções, formular soluções e aplicar às variadas situações-problema (CAMPO GRANDE, 2011, p. 42).

Conforme o Projeto Político Pedagógico da escola (PPP), a pesquisa deve permear o estudo de todos os componentes curriculares e a problematização é a disparadora da pesquisa, que pode ser constituída pelas seguintes etapas:

- *Contextualização ou teorização*: é o momento em que o professor situa historicamente o assunto para gerar o interesse dos alunos. Essa etapa é a responsável por desencadear a mobilização do conhecimento e de possíveis hipóteses acerca do objeto em estudo. Nessa fase, o professor deve estar preparado teoricamente para despertar no aluno o desejo de aprender;
- *Objetivo*: é a etapa em que se deve deixar claro onde se quer chegar com a pesquisa;
- *Metodologia e suas tecnologias*: são os caminhos a serem percorridos pelos alunos e professores para dar conta de resolver o problema proposto. Essa etapa também é para levantar novos questionamentos e gerar o desenvolvimento de atividades e ações que levem à solução do problema com a transformação da realidade encontrada;
- *Avaliação*: momento em que o professor vai detectar, por meio de vários instrumentos, se os objetivos foram alcançados e se houve por parte do professor e alunos a aprendizagem, que será demonstrada por meio de mudanças de atitudes e de novos conhecimentos. (CAMPO GRANDE, 2011).

É possível observar semelhanças entre as estratégias metodológicas recomendadas para o ensino na ETI e a abordagem didática do EI. À vista disso, fica a impressão de que os alunos e os professores da ETI já estão familiarizados com a abordagem. Entretanto, a realidade atual tem se distanciado cada vez do que se apresenta no PPP da escola, pois não existe mais capacitação específica para os professores atuarem nas ETIs e os momentos de estudo, chamados Hora do Trabalho Pedagógico Coletivo (HTPC)³², foram reduzidos; também não há cursos de

³² É nesse tempo e espaço que o grupo gestor e todos os professores podem discutir e refletir sobre educação integral, projeto pedagógico da escola, e tudo que diz respeito à concretização desse

formação específicos que familiarizem os professores das ETIs com as metodologias de ensino por pesquisa. O que se observa, atualmente, é o trabalho com metodologias mais tradicionais por parte dos professores da escola, com poucas exceções.

Escolhemos a escola para o desenvolvimento da pesquisa por conta do seu PPP, que visa a metodologia científica como um dos princípios para a organização do trabalho pedagógico. Já a escolha pelo 4º ano se deu a partir da análise do currículo de Ciências da Rede Municipal de Ensino de Campo Grande (REME). Como o objeto de investigação repousa sobre a relação abordagem didática do EI/FPS, e não sobre os conteúdos específicos, desenvolvemos as SDs com temas estabelecidos pelo currículo, sem alterar, significativamente, a sequência de ensino definida no planejamento anual da escola.

No ano de 2019, a escola possuía três turmas de 4º ano, sendo a pesquisa desenvolvida com o 4º ano A, pois a professora regente se mostrou bastante receptiva à proposta. A turma em questão era formada por 27 alunos, 15 meninos e 13 meninas, com idades entre 9 e 11 anos. Apenas 5 alunos apresentavam distorção idade-série. A maioria dos estudantes residia em bairros próximos à escola, que são de classe média baixa, e alguns viviam em moradias provisórias (barracos) dentro de uma área invadida, também próxima à escola, sem instalações adequadas de energia elétrica e com condições precárias de saneamento básico.

Antes de iniciar a pesquisa, todos os alunos receberam um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e um Termo de Assentimento (TA) (Apêndices A e B, respectivamente). Apesar de todos os estudantes, sem exceção, participarem das atividades, 2 alunos não obtiveram autorização dos responsáveis por meio do TCLE. Tais alunos não tiveram seus dados coletados para análise, apesar de participarem das atividades. Como as atividades da pesquisa não se diferenciaram de forma significativa das que já eram desenvolvidas durante as aulas de laboratório de Ciências, consideramos não ser necessário a aplicação de atividades diferenciadas para os participantes que não apresentaram os termos.

As temáticas desenvolvidas nas SDs estiveram em consonância com o planejamento da professora pedagoga regente e, como mencionado, foram

trabalhadas nas aulas de laboratório de Ciências. Nesse espaço, a responsável pela mediação das aulas é a professora que atua no laboratório, que também é a pesquisadora principal desta pesquisa. A pesquisadora principal é licenciada em Ciências Biológicas e não tem habilitação para trabalhar com a Educação Infantil e os anos iniciais do Ensino Fundamental. Por isso, a professora regente da turma acompanhou os alunos em todas as aulas de laboratório. Conforme explicitado, certificamo-nos de acompanhar os conteúdos que a professora regente da turma trabalhava em sala de aula, sendo que esta optou por não contribuir e não interferir durante o desenvolvimento das SDs.

3.2 O MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO

A pesquisa é de ordem qualitativa, pois essa abordagem permite “[...] capturar os diferentes significados das experiências vividas no ambiente escolar de modo a auxiliar a compreensão das relações entre os indivíduos, seu contexto e suas ações.” (ANDRÉ, 1983, p. 66).

A modalidade de investigação, dentro da abordagem qualitativa, é a do tipo *intervenção pedagógica*, caracterizada por ser uma investigação que envolve “[...] o planejamento e a implementação de interferências [...]”, buscando melhorias e avanços no processo de ensino e aprendizagem dos participantes da pesquisa, e a “[...] posterior avaliação dos efeitos dessas interferências.” (DAMIANI *et al.* 2013, p. 58). Para Damiani *et al.* (2013), esse método é relevante para a pesquisa educacional, visto que possibilita a produção de conhecimento pedagógico e a diminuição da distância entre a prática educacional e a prática acadêmica.

A pesquisa do tipo intervenção pedagógica, conforme Damiani e colaboradores (2013), é de base marxista e se apoia na Teoria Histórico-Cultural, tendo como princípios epistemológicos o *método funcional de dupla estimulação* (VIGOTSKI, 2009) e a *ascensão do abstrato ao concreto* (MARX, 1983). O primeiro, formulado por Vigotski, estuda o desenvolvimento e a atividade das FPS com auxílio de duas séries de estímulos³³, o segundo se debruça sobre “[...] a possibilidade de a realidade (o concreto) ser entendida por meio de categorias de análise abstratas [...]” (DAMIANI *et al.* 2013, p. 61), em outras palavras, extraem-se categorias abstratas

³³ Ver tópico “Formação de Conceitos e o Método Funcional de Dupla Estimulação” nesta tese.

da realidade objetiva e, depois, analisa-se tal realidade a partir das categorias criadas, produzindo um concreto pensado³⁴.

Considerando os princípios epistemológicos, as intervenções realizadas nas pesquisas do tipo intervenção pedagógica podem ser entendidas como estímulos auxiliares que os professores pesquisadores utilizam para resolver/entender as problemáticas presentes no contexto escolar. Tais intervenções também podem ser um passo para a ascensão do abstrato ao concreto, à medida que aplicam:

[...] categorias abstratas (no caso, as ideias de Vygotsky sobre os processos de ensino-aprendizagem) à realidade concreta (problemas de ensino-aprendizagem a serem sanados), testando sua pertinência para explicá-la (concreto pensado). (DAMIANI *et al.* 2013, p. 61).

A pesquisa do tipo intervenção pedagógica deve contemplar dois componentes metodológicos: o *método da intervenção* e o *método de avaliação da intervenção*. O método de intervenção corresponde à metodologia de ensino aplicada, que deve ser descrita em detalhes, explicitando-se o embasamento teórico. Já o método de avaliação da intervenção está relacionado à descrição dos instrumentos de coleta e análise de dados utilizados para avaliar os efeitos da intervenção. Essa etapa ainda é subdividida em dois grupos: os *achados sobre os efeitos da intervenção em seus participantes* e os *achados sobre a intervenção propriamente dita* (DAMIANI *et al.* 2013). Segundo os autores, o primeiro grupo deve ser apresentado a partir de descrições e interpretações detalhadas e bem fundamentadas, com evidências retiradas dos próprios dados. Enquanto o segundo grupo deve apresentar discussões sobre os pontos fracos e fortes da metodologia aplicada, estabelecendo comparações com os objetivos estabelecidos e refletindo sobre as mudanças que podem ter surgido no processo de intervenção.

Trazendo os aspectos teórico-metodológicos da pesquisa do tipo intervenção pedagógica ao contexto desta tese, entendemos que o *método de intervenção* consiste no desenvolvimento das SDs baseadas no EI com alunos dos anos iniciais do EF. E o *método de avaliação da intervenção* corresponde à Análise Microgenética, utilizada para identificar indícios de mobilização de FPS pelos alunos

³⁴ Damiani *et al.* (2013, p. 61), citando Marx (1983), salientam que o concreto pensado se trata da “realidade teoricamente analisada e explicada”, sendo a ascensão do abstrato ao concreto um método fundamental do pensamento dialético marxiano.

participantes (avaliação dos efeitos da intervenção), e às ferramentas³⁵ utilizadas para avaliar as SDs quanto às características investigativas que, teoricamente, podem colocar as FPS em movimento (avaliação da intervenção propriamente dita).

A seguir, apresentamos o detalhamento do método de intervenção por meio dos subtópicos “Organização das Sequências Didáticas Fundamentadas no Ensino por Investigação” e “Descrição das Sequências Didáticas Fundamentadas no Ensino por Investigação”, e o método de avaliação da intervenção no tópico “Construção e Análise dos Dados”.

3.2.1 Organização das Sequências Didáticas baseadas no Ensino por Investigação

Inicialmente, esclarecemos que a adoção do termo “Sequência Didática” está fundamentada em Zabala (1998, p. 18), que define as sequências didáticas como um “[...] conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.”. Para o autor, as SDs são instrumentos que permitem incluir as três fases de toda intervenção pedagógica: o planejamento, a aplicação e a avaliação. Assim, elas ajudam a indicar a função que cada atividade tem na construção do conhecimento, bem como avaliar os resultados de cada uma delas no processo de ensino e aprendizagem. Na perspectiva do EI, as SDs elaboradas nesta pesquisa são compostas por atividades planejadas para serem investigativas.

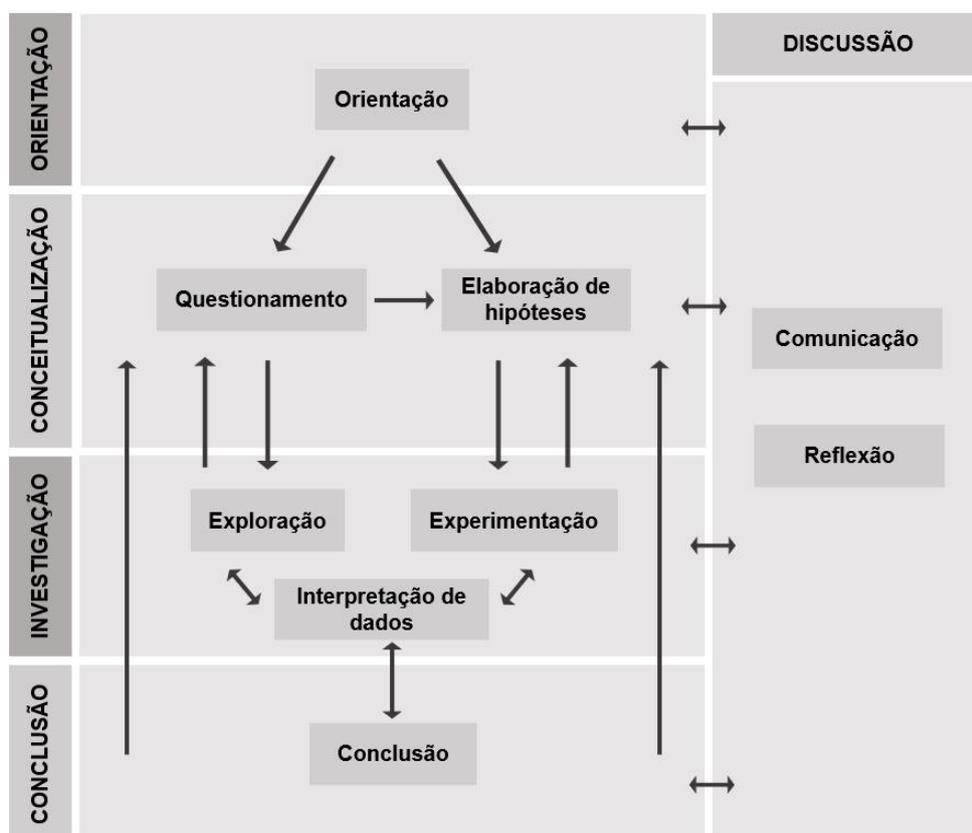
Segundo Cardoso e Scarpa (2018), o planejamento e a implementação de propostas didáticas para o desenvolvimento do EI em sala de aula devem considerar aspectos relacionados à *estrutura da investigação*, contemplando práticas da atividade científica, ao nível/grau de *liberdade intelectual* oferecido aos alunos, garantindo a autonomia na construção do próprio conhecimento, e às *ações do professor* que orientam os estudantes durante a investigação.

Em relação à *estrutura da investigação*, fundamentamo-nos em Pedaste e colaboradores (2015), que apresentam elementos fundamentais para a estruturação

³⁵ Para avaliar as SDs, adotamos a ferramenta Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI) (CARDOSO; SCARPA, 2018), além dos pressupostos de Carvalho (2018) e Paiva (2015) sobre a liberdade intelectual, conforme será detalhado em tópicos seguintes.

de atividades investigativas. Com base em uma sistemática revisão de literatura, os autores organizaram *cinco fases gerais de atividades investigativas*, que constituem um *ciclo investigativo* (Figura 4).

Figura 4- Fases gerais de um ciclo investigativo.



Fonte: Traduzido de Pedaste *et al.* (2015, p. 56).

Na primeira fase, chamada *orientação*, o professor estimula a curiosidade do aluno quanto ao tema em estudo. Pode-se levantar questões sobre o assunto e investigar o que os alunos já sabem sobre ele. Em seguida, temos a fase de *conceitualização*, caracterizada pelo processo de estabelecer questões e/ou hipóteses baseadas em teorias. A conceitualização é dividida em duas subfases: o *questionamento* (processo de gerar perguntas de pesquisa baseadas no problema estabelecido) e a *elaboração de hipóteses* (processo de gerar hipóteses baseadas no problema). Após a conceitualização, os estudantes realizam a fase de *investigação*, que consiste em planejar ações para responder às perguntas ou testar as hipóteses.

A investigação é dividida em três subfases: a *exploração* (processo de gerar dados de forma sistemática e planejada com base na pergunta de pesquisa), a *experimentação* (processo de desenhar e conduzir um experimento a fim de testar uma hipótese) e a *interpretação de dados* (processo de produzir sentido a partir dos dados recolhidos e sintetizar novos conhecimentos). No final chegamos à fase de *conclusão*, que é o processo de tirar conclusões a partir dos dados e comparar inferências feitas com base em dados com hipóteses ou questões de pesquisa.

Pedaste *et al.* (2015) também mencionam a fase de *discussão*, que pode estar presente em todas as fases. A discussão é o processo de apresentar resultados de determinadas fases, ou de todo o ciclo investigativo, comunicando-se com os outros e/ou controlando todo o processo de aprendizagem ou suas fases a partir da realização de atividades reflexivas. Essa fase é subdividida em *comunicação* (processo de apresentar resultados de uma fase da investigação ou de todo o ciclo investigativo para outros) e *reflexão* (processo de descrever, criticar, avaliar e debater todo o ciclo investigativo ou uma fase específica).

No ciclo investigativo todas as fases se conectam, mas não há uma linearidade, embora geralmente se inicie com a fase de orientação. Considerando a complexidade da aprendizagem, pode ocorrer um ir e vir ao longo de todo o processo. Assim, há flexibilidade nos caminhos que podem ser percorridos com as fases de investigação conforme os contextos em que as atividades investigativas se inserem (PEDASTE *et al.*, 2015). De modo geral, as fases do ciclo investigativo contribuem, principalmente, para auxiliar o professor na estruturação e planejamento de atividades baseadas em investigação.

O grau de *liberdade intelectual* oferecido aos estudantes durante as atividades de investigação também é um aspecto importante que consideramos no planejamento, conforme orientam Cardoso e Scarpa (2018). Com base em Carvalho (2018), entendemos que dar liberdade intelectual significa oferecer possibilidades para os alunos expressarem suas ideias sem medo de errar. O efetivo engajamento intelectual dos estudantes está diretamente relacionado ao equilíbrio entre a quantidade de direcionamento do professor e o grau de autonomia dos alunos. Sobre isso, Cardoso e Scarpa (2018), fundamentadas em Deboer (2006), ponderam que uma investigação altamente orientada pelo professor pode acarretar um

envolvimento insatisfatório dos alunos, já em uma investigação muito aberta, os alunos podem se perder durante o processo.

Carvalho (2018) organizou quadros (Quadros 5, 6, 7) para caracterizar modelos metodológicos que podem ser aplicados em atividades didáticas mais comuns no ensino de Ciências. Os quadros apresentam diferentes graus de liberdade intelectual oferecidos aos alunos em cada modelo.

Quadro 5 - Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em *atividades experimentais*.

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Fonte: Carvalho (2018, p. 768).

Quadro 6 - Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em aulas de *resolução de problemas*.

	Grau1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	A/P	A	A
Resolução do problema	A	A	A	A	A
Análise dos resultados	(quando existe) P	P/A/ Classe	P/A/ Classe	P/A/ Classe	P/A/ Classe

Fonte: Carvalho (2018, p. 769).

Quadro 7 -Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em situações de *discussão de textos históricos*.

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Escolha do texto	P	P	P	P	A
Problematização	P	P/A	A/P	A	A
Leitura do Texto	A	A	A	A	A
Análise do Texto	P	A	A	A	A
Conclusões	P	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Fonte: Carvalho (2018, p. 770).

O Grau 1 representa uma abordagem bastante estruturada, em que o professor é o responsável por determinar todas as etapas do processo de ensino e aprendizagem. Nesse grau, os alunos têm pouca autonomia para a construção do próprio conhecimento e precisam acompanhar o raciocínio do professor. O Grau 2 ainda se enquadra em uma abordagem mais estruturada, mas com um professor mais aberto e participativo. Os alunos têm participação na elaboração de algumas etapas do processo de ensino e aprendizagem, no entanto, ainda acompanham o raciocínio do professor. Os Graus 3 e 4 podem ser considerados um EI, pois os alunos têm participação direta na elaboração de algumas atividades. Apesar de o professor elaborar o problema, ou texto, que guia a investigação, os estudantes podem organizar seus próprios raciocínios, garantindo protagonismo na construção do próprio conhecimento. Em relação ao Grau 3, o Grau 4 representa alunos mais autônomos e mais habituados ao EI. O Grau 5 representa o grau de liberdade intelectual mais acentuado. Carvalho (2018) afirma que esse grau é pouco comum na Educação Básica.

Baseado em Carvalho (2006), Paiva (2015) organizou tabelas para estabelecer alguns níveis quanto ao grau de liberdade intelectual em elementos do EI, como o problema, as hipóteses, o plano de trabalho, a organização dos dados e a análise e/ou conclusão.

Quadro 8 - Grau de liberdade para o problema.

O PROBLEMA	NÍVEIS
A constatação de algum princípio ou lei.	I
Restringe-se a um problema de medida de alguma grandeza física.	II
Nele, as condições de contorno já foram consideradas.	III
Aberto. Necessita considerar o controle de variáveis.	IV

Fonte: Paiva (2015, p. 64).

Quadro 9 - Grau de liberdade para o levantamento das hipóteses.

AS HIPÓTESES	NÍVEIS
O professor propõe as hipóteses e cabe aos alunos testá-las.	I
As hipóteses constituem um conjunto de alternativas propostas no enredo da aula.	II
As hipóteses são propostas pelos alunos, mas com direcionamento dado professor.	III
As hipóteses são propostas pelos alunos.	IV

Fonte: Paiva (2015, p. 65).

Quadro 10 - Grau de liberdade para o plano de trabalho.

UM PLANO DE TRABALHO	NÍVEIS
Roteiro estabelecido em algum material didático instrucional.	I
Estabelecido pelo professor.	II
Estabelecido na interação professor aluno.	III
Estabelecido pelos alunos.	IV

Fonte: Paiva (2015, p. 67).

Quadro 11 - Grau de liberdade para a organização dos dados.

A COLETA E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS	NÍVEIS
Simple anotação da leitura direta de instrumentos de medidas.	I
Realizada pelos alunos, mas validada pelo professor.	II
Realizada pelos alunos, mas validada na interação professor-aluno.	III
Realizada e validada pelos alunos.	IV

Fonte: Paiva (2015, p. 67).

Quadro 12 - Grau de liberdade para a análise e/ou conclusão.

A ANÁLISE E/OU CONCLUSÃO	NÍVEIS
Não há análise.	I
A análise é efetiva, mas realizada pelo professor.	II
A análise é desenvolvida na interação professor-aluno.	III
A análise é realizada pelo aluno.	IV

Fonte: Paiva (2015, p. 68).

Nos Quadros 8, 9, 10, 11 e 12, o Nível I representa abordagens mais direcionadas e o Nível IV, abordagens mais abertas. Os níveis I e II se assemelham aos graus 1 e 2, respectivamente, propostos por Carvalho (2018). Já o nível III se alinha aos graus 3 e 4, e o nível IV ao grau 5. Em geral, as classificações de Carvalho (2018) e Paiva (2015) se complementam.

Sobre os graus de liberdade conferidos no EI, Banchi e Bell (2008) afirmam que atividades baseadas em investigação suportam diferentes níveis de abertura e direcionamento dos estudantes (Quadro 13), desde abordagens mais estruturadas, em que o professor indica a questão de pesquisa, os procedimentos e a obtenção de

dados, até abordagens mais abertas, nas quais os estudantes são responsáveis por todas as fases de investigação.

Quadro 13 - Níveis de abertura em atividades investigativas. Estão assinalados os elementos que são fornecidos pelo(a) professor(a) às (aos) estudantes em cada nível.

NÍVEIS DE ABERTURA	QUESTÃO	PROCEDIMENTOS	SOLUÇÃO
1. Investigação de confirmação: Estudantes confirmam um princípio através de uma atividade quando os resultados são conhecidos antecipadamente.	✓	✓	✓
2. Investigação estruturada: Estudantes investigam uma pergunta apresentada pelo(a) professor(a) por meio de um procedimento prescrito.	✓	✓	
3. Investigação guiada: Estudantes investigam uma pergunta apresentada pelo(a) professor(a) utilizando procedimentos desenhados ou selecionados por eles próprios.	✓		
4. Investigação aberta: Estudantes investigam questões que eles mesmos formulam a partir de procedimentos desenhados ou selecionados por eles.			

Fonte: Traduzido de Banchi e Bell (2008, p. 27).

Banchi e Bell (2008) discutem que, em muitos casos, os professores acreditam que os alunos precisam ter total liberdade para projetar suas investigações no EI, o que é falso. Conforme os autores, a maioria dos alunos, independentemente da idade, precisa de muita prática até chegar ao ponto de ter autonomia para conduzir suas próprias investigações. É por isso que são propostos vários níveis de investigação pelos quais os estudantes progridem à medida que avançam em direção a pensamentos científicos mais complexos.

Oferecer o máximo de liberdade intelectual possível, nas especificidades de cada contexto, é necessário para garantir autonomia dos alunos na construção do conhecimento. No entanto, até mesmo nas abordagens mais abertas, as ações do professor têm papel fundamental no desenvolvimento das atividades de investigação realizadas pelos alunos (CARDOSO; SCARPA, 2018).

No EI, é o professor quem orienta a investigação, incentiva a elaboração de hipóteses, possibilita a busca de dados, medeia e auxilia as discussões (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015), significando todo o processo investigativo. Além disso, na perspectiva histórico-cultural, o professor é o agente intelectual mais capaz no processo de ensino aprendizagem, é ele quem promove avanços que não ocorreriam espontaneamente, atuando diretamente na ZDP de seus alunos. Dessa forma, o gerenciamento da turma e o planejamento das interações aluno-aluno, professor-aluno são importantes para a efetivação do EI (CARVALHO, 2013).

O sucesso da implementação de atividades investigativas em sala de aula está diretamente relacionado ao planejamento realizado pelo professor (ALMEIDA; SASSERON, 2013), sendo assim, a escolha pela estrutura das atividades, o cuidado com o grau de liberdade a ser oferecido aos estudantes e a reflexão sobre importância das ações do professor foram elementos importantes para a organização das SDs fundamentadas no EI.

3.2.2 Descrição das Sequências Didáticas baseadas no Ensino por Investigação

As SDs se enquadram no eixo temático Vida e Ambiente³⁶, sendo desenvolvidas no segundo semestre de 2019. De modo geral, tratam-se de *investigações estruturadas* (BANCHI; BELL, 2008) em que os alunos investigam um problema apresentado pelo professor por meio de um procedimento pré-estabelecido.

3.2.2.1 Sequência Didática 1: Influência das plantas na erosão do solo

Na primeira SD, desenvolvemos um estudo sobre a importância das plantas na manutenção da qualidade do solo. Nas atividades, adaptamos a experiência sobre a erosão hídrica de Yoshioka e Lima (2005) para os alunos investigarem como as plantas influenciam a erosão do solo.

³⁶ Lembramos que o currículo da REME de 2015, o qual nos fundamentamos para selecionar as temáticas das sequências didáticas, está baseado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Por isso, utilizamos o termo “eixo temático” em vez de “unidade temática”, como se apresenta na BNCC. Vale ressaltar que a BNCC contém três unidades temáticas e que apenas a nomenclatura “Terra e Universo” dos eixos temáticos dos PCN coincide com o nome de uma das unidades temáticas da BNCC.

Tema da sequência didática: Ecologia (desequilíbrios ambientais).

Conteúdo: Cobertura vegetal e erosão hídrica do solo.

Duração: 2 horas/aula.

Objetivo: Reconhecer a importância da cobertura vegetal para a conservação do solo.

Pergunta de investigação: Como as plantas diminuem a erosão do solo?

Justificativa para a escolha do tema: As plantas e o solo são componentes naturais amplamente utilizados nas atividades humanas. O equilíbrio entre eles, associado a outros componentes naturais, é essencial para a manutenção dos ecossistemas do nosso planeta. A erosão do solo é um problema ambiental grave relacionado aos maus usos desse recurso natural. A erosão acelerada pelo ser humano é responsável pelo assoreamento de rios e lagos, poluição da água, destruição de micro-organismos do solo e emissão de gás carbônico para atmosfera em consequência da decomposição da matéria orgânica (FAVARETTO; DIECKOW, 2007). As plantas exercem influência significativa na qualidade e conservação do solo, pois fornecem matéria orgânica e protegem contra a erosão pela ação das raízes fixas ao solo e folhas, que evitam o impacto direto da chuva (LIMA; LIMA, 2007). Nesse sentido, a conservação da cobertura vegetal é essencial para diminuir o processo erosivo do solo. Diante desse cenário, torna-se necessário promover uma sensibilização quanto à importância da manutenção e uso adequado dos recursos naturais para que problemas ambientais, econômicos e sociais sejam diminuídos. A escola é um dos espaços mais propícios para promover reflexões sobre os impactos do ser humano no meio ambiente, à medida que contribui para a aquisição de conhecimentos científicos que embasam a consciência ambiental. Com base nessas questões, consideramos pertinente o desenvolvimento de uma SD, fundamentada no EI, para promover discussões a respeito da importância das plantas para o solo.

Descrição do ciclo investigativo:

- *Fase de orientação*

Para estimular a curiosidade dos alunos, fomentamos uma discussão a respeito dos impactos que o ser humano provoca ao meio ambiente. A professora pesquisadora incentivou os alunos a comentarem o que sabiam a respeito do tema. Após as discussões, foi exibido o vídeo “Vamos falar sobre o solo”³⁷ da plataforma Global Soil Week (GSW), que apresenta a importância do solo e os problemas decorrentes dos maus usos desse recurso. Após a exibição do vídeo, a professora pesquisadora pediu que os alunos comentassem sobre os problemas relativos ao solo apontados durante a animação. Logo depois, os alunos também foram questionados sobre o que era o solo e a erosão.

- *Fase de conceitualização*

Após as discussões empreendidas na fase de orientação, a professora pesquisadora propôs o seguinte problema: *Como as plantas diminuem a erosão do solo?* Logo após, os alunos foram orientados a construir hipóteses com base nos conhecimentos que já sabiam sobre o assunto, consolidando, assim, as subfases de *questionamento e elaboração de hipóteses*.

- *Fase de investigação*

Após a fase de conceitualização, iniciamos a *exploração*³⁸. Para isso, a professora pesquisadora questionou os alunos sobre as possibilidades de testar a influência das plantas sobre a erosão do solo. Com base nos conhecimentos e nas adequações sugeridas pelos alunos, a turma foi organizada em pequenos grupos para realizar uma experiência com o plantio de alpiste. Cada grupo foi encarregado de preencher dois copos com solo, sendo que em apenas um deles foram plantadas sementes de alpiste. Após alguns dias (tempo para o crescimento dos alpistes), os alunos retornaram ao laboratório para finalizar a experiência. Na ocasião, os grupos foram orientados a preencher os dois copos (com alpiste e sem alpiste) com água e

³⁷ Vídeo “Vamos falar sobre o solo”. Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=e8uqY0Aqcf0>>. Acesso em: 18 abr. 2019.

³⁸ Optamos por desenvolver uma exploração, em vez de uma experimentação, pois, conforme Scarpa e Campos (2018, p. 30), a exploração “permite o uso de diversas estratégias para coleta, organização e sistematização dos dados e informações relevantes que poderão se constituir como evidências para a construção de explicações que respondam à questão.”.

a despejar a água desses recipientes em outros copos, a fim de verificar a coloração da água nos copos com e sem alpiste, respectivamente (Figura 5).

Figura 5 - Experiência sobre a influência das plantas na erosão do solo.



Fonte: Própria pesquisadora.

Para promover a *interpretação dos dados*, a professora orientou a observação dos resultados nas duas condições (solo com alpiste/solo sem alpiste) e, em seguida, fomentou discussões sobre as possíveis causas das diferenças observadas.

- *Fase de conclusão*

Nessa fase, a professora pesquisadora chamou a atenção de toda a turma e questionou o motivo de a água do copo com o alpiste estar mais limpa que a água proveniente do copo sem plantas. Após os estudantes comunicarem suas ideias, a professora retomou o problema, estimulando a turma na construção de respostas com base na investigação. Para propiciar a participação de todos os alunos na resolução do problema, foram entregues questionários a todos da turma.

- *Fase de discussão*

A discussão permeou a maioria das fases do ciclo investigativo, visto que durante todo o processo a professora estimulava os alunos a comunicar ideias sobre as atividades realizadas. A subfase de *comunicação* aconteceu, principalmente,

durante as fases de investigação e conclusão, e a subfase de *reflexão* se deu, sobretudo, nas fases de orientação, conceitualização e conclusão.

A investigação empreendida nesta SD também possibilitou o estudo do assoreamento de cursos d'água, uma consequência do processo de erosão. O tema foi investigado em uma nova SD e permitiu que os estudantes aplicassem os conhecimentos sobre a erosão do solo em novas situações.

3.2.2.2 Sequência Didática 2: O ciclo da água em um terrário

A SD foi desenvolvida com objetivo promover uma investigação sobre algumas etapas do ciclo da água em um terrário. Ressalta-se que os alunos já haviam estudado o ciclo da água em sala de aula com a professora regente. Assim, as atividades também funcionaram como uma estratégia para contextualizar conhecimentos já propiciados.

Tema da sequência didática: Ecologia.

Conteúdo: Ciclo da água.

Duração: 2 horas/aula.

Objetivo: Reconhecer algumas etapas do ciclo da água (evaporação, condensação, precipitação, infiltração) em um terrário.

Pergunta de investigação: O que acontece com a água colocada dentro de um terrário?

Justificativa para a escolha do tema: A água é um bem natural de valiosa importância para a vida do nosso planeta. Falar dos conhecimentos sobre a água é falar “[...] da sobrevivência da espécie humana, da conservação e do equilíbrio da biodiversidade e das relações de dependência entre seres vivos e ambientes naturais.” (BACCI; PATACA, 2008, p. 211). A relação do homem com a água, assim como com outros elementos naturais, modificou-se ao longo do tempo, caracterizando-se pelo uso cada vez mais indiscriminado e sem avaliação das consequências ambientais referentes à quantidade e qualidade da água (BACCI; PATACA, 2008). Hoje, enfrentam-se vários problemas ambientais relacionados à água, como a escassez desse recurso em algumas regiões do planeta, falta de saneamento básico, poluição de rios e aquíferos, ocupação de áreas de mananciais

e mau gerenciamento de recursos hídricos, todos decorrentes de ações antrópicas desordenadas sobre a água e sobre o ambiente natural. A partir dessas considerações, trabalhar conhecimentos sobre a água é de suma importância para desestabilizar concepções de que a água é um recurso infinito ou que o desperdício desse bem gera apenas consequências econômicas, como o aumento da conta de água. A água precisa ser enxergada como um bem natural indispensável para a existência humana e das demais espécies que vivem no planeta. Para isso, o tema água deve ser desenvolvido com uma abordagem contextualizada, que propicie conhecimentos científicos que fomentem a formação de cidadãos conscientes do lugar que ocupam, e capazes de julgar e avaliar as ações humanas sobre a natureza. Conforme Bacci e Pataca (2008), a educação para água não deve ser centrada apenas nos usos desse bem natural, mas também na visão de que a água faz parte de um ciclo dinâmico sujeito às interferências humanas.

Compreender a origem da água, o ciclo hidrológico, a dinâmica fluvial e o fenômeno das cheias, os aquíferos (sic), bem como os riscos geológicos associados aos processos naturais (assoreamento, enchentes) é essencial para que possamos entender a dinâmica da hidrosfera e suas relações com as demais esferas terrestres. (BACCI; PATACA, 2008, p. 217).

Diante do exposto, consideramos que o desenvolvimento do tema água, a partir da abordagem didática do EI, pode facilitar a contextualização, o desenvolvimento de funções mentais e a apropriação de conhecimentos científicos que podem se tornar a base para a formação de pessoas mais sensíveis à relação do ser humano com a natureza.

Descrição do ciclo investigativo:

- *Fase de orientação*

Para engajar os estudantes no tema e, ao mesmo tempo, explorar os conhecimentos cotidianos que possuíam, a professora pesquisadora iniciou uma conversa em que os alunos foram estimulados a falar o que sabiam sobre o ciclo da água. Com base nas falas, realizou-se uma retomada do tema. Em dado momento, os alunos foram questionados sobre o que seria um terrário. Após a conversa, a

professora comunicou aos estudantes que seria realizada uma experiência para investigar o que acontece com a água dentro de um terrário.

- *Fase de conceitualização*

Após a apresentação do tema de investigação, a turma foi questionada sobre a necessidade de manter os terrários abertos ou fechados e o porquê. Depois disso, a professora organizou os alunos em grupos e solicitou que cada grupo optasse por manter o seu terrário aberto ou fechado com base em suas hipóteses. Em seguida, foi proposto o seguinte problema: *O que acontece com a água colocada dentro de um terrário?* Os alunos foram incentivados a elaborar hipóteses com base na condição em que deixariam o seu terrário (aberto ou fechado).

- *Fase de investigação*

Os grupos foram orientados a construir um terrário feito com garrafa pet, camadas de cascalho/pedras, carvão e terra adubada. Sobre a terra, os alunos plantaram sementes de alpiste e as regaram com água. Durante a montagem, a professora discutiu sobre a função de cada componente do terrário. Os terrários foram guardados em local com luminosidade (Figura 6), sem que fossem adicionados novos componentes (nem mesmo água).

Figura 6 - Terrários construídos pelos alunos na primeira atividade. À esquerda, os terrários abertos, à direita, os terrários fechados.



Fonte: Própria pesquisadora.

Na semana seguinte, os alunos observaram seus terrários. A professora estimulou os grupos a interpretar as evidências de cada condição encontrada nos terrários abertos ou fechados. Para auxiliar nessa tarefa, retomaram-se as principais hipóteses e o problema de investigação. Importante mencionar que foi realizada uma *experimentação*³⁹ para testar as hipóteses elaboradas, sendo que a resposta ao problema seria de acordo com as condições de cada terrário (aberto ou fechado).

- *Fase de conclusão*

Para concluir o ciclo de investigação, os alunos foram questionados sobre vários aspectos observados na experiência. Além disso, os próprios estudantes levantaram várias perguntas com base nas observações. Dentre as perguntas, destacaram-se: de onde vem a água que está nas paredes internas do terrário? Por que as paredes internas do terrário aberto estão secas? Por que as plantas do terrário aberto morreram? A quantidade de água permaneceu a mesma desde que o recipiente foi fechado? Por que foi necessário deixar o terrário em local com luminosidade? O que foi necessário para que o ciclo da água acontecesse no interior do terrário? Que etapas do ciclo da água podemos observar no terrário? Conforme respondiam aos questionamentos, com base na observação dos próprios terrários, e dos demais colegas, os alunos comunicavam suas concepções sobre o que foi investigado. Para sistematizar e contextualizar a SD, a professora também promoveu uma discussão sobre a importância do ciclo da água para a vida no planeta Terra. Para viabilizar a participação de todos os alunos, principalmente daqueles que preferiam não expressar suas ideias oralmente, foi entregue um questionário para os estudantes também escrevessem suas conclusões.

- *Fase de discussão*

A discussão aconteceu em todas as fases da SD, seja por meio da *comunicação*, nas fases de investigação e conclusão, seja pela *reflexão*, nas fases de orientação, conceitualização e conclusão.

³⁹ Segundo Scarpa e Campos (2018), a experimentação é o processo de planejar e conduzir um experimento a fim de testar hipóteses.

3.2.3 Metodologia de análise dos dados

A seguir, apresentamos os procedimentos adotados para a avaliação da mobilização de FPS pelos estudantes (achados sobre os efeitos da intervenção em seus participantes) e os procedimentos para a avaliação das SDs (achados sobre a intervenção propriamente dita).

3.2.3.1 Procedimentos para avaliação da mobilização de FPS pelos alunos

Para possibilitar uma análise detalhada dos indícios de desenvolvimento cognitivo ou, em outras palavras, investigação detalhada da mobilização de FPS pelos alunos nas SDs baseadas no EI, adotamos pressupostos da Análise Microgenética fundamentada na Teoria Histórico-Cultural do desenvolvimento humano.

Para Góes (2000, p. 9), a Análise Microgenética “[...] requer a atenção a detalhes e o recorte de episódios interativos [...]”, sendo a análise direcionada para “[...] as relações intersubjetivas e as condições sociais da situação [...]”, o que resulta em um relato detalhado dos acontecimentos. Nessa perspectiva, a Análise Microgenética investiga detalhes, minúcias que podem dar indícios sobre o processo de aprendizagem e desenvolvimento. Na mesma direção, Tomio, Schroeder e Adriano (2017, p. 41), baseados em vários estudos sobre a Análise Microgenética, afirmam que essa análise

[...] consiste na observação criteriosa das relações que ocorrem entre os envolvidos na revelação dos processos psíquicos superiores que se evidenciam na ação e reação, e no uso da linguagem; enfim, na observação e análise de todo o processo que constitui o momento analisado.

Para Silva (2013), o professor que adota essa análise deve saber que só poderá acompanhar o desenvolvimento cognitivo dos alunos por meio de indícios. Segundo a mesma autora, esses indícios podem ser investigados, principalmente, pela análise da linguagem verbal (fala, entonações, enunciados) e também a não verbal (gestos, comportamentos). Os indícios podem se manifestar durante a fala,

quando um indivíduo utiliza o que aprendeu com os outros ao tentar explicar algo ou solucionar um problema (ROSA, 2013).

São nas relações sociais que encontramos a gênese das FPS, por isso as interações estabelecidas durante o desenvolvimento das atividades foram filmadas com um smartphone para a captação da linguagem verbal e não verbal. Conforme Góes (2000, p. 15), os momentos de interação interpessoal são importantes para identificar as transições genéticas, ou seja, “[...] a transformação nas ações dos sujeitos e a passagem do funcionamento intersubjetivo para o intra-subjetivo.”. Ao encontro disso, Tomio, Schroeder e Adriano (2017), fundamentados em Wertsch (1998), consideram que a ação humana, que consiste na relação dialética entre funcionamento mental e meio sociocultural, deve ser descrita e analisada nos momentos de interação, nas relações dialéticas estabelecidas entre os indivíduos. Portanto, é na análise da linguagem utilizada pelos/entre os alunos e destes com o professor que podemos encontrar indícios de aprendizagem e desenvolvimento.

Além das filmagens, coletamos registros escritos, como produção de texto e respostas a questionários. Para a análise, as falas gravadas nas filmagens e os registros escritos foram transcritos. Já os comportamentos e gestos (linguagem não-verbal), descritos. Para transcrever as interações discursivas, adotamos as normas de transcrição estabelecidas por Preti (*et al.*, 1999) (Anexo A).

Realizamos leituras integrais e repetidas desses dados com a intenção de acompanhar e observar, nas ações e falas, o processo como movimento. Nesse exercício,

[...] a atenção não está exclusivamente no conteúdo das falas que se inter-relacionam no processo de diálogo, mas no movimento dos participantes, na expressão que transparecem, na forma como evidenciam o pensamento, considerando os aspectos de desenvolvimento referentes à idade do grupo. (TOMIO; SCHROEDER; ADRIANO, 2017, p. 40).

Salienta-se que os registros escritos, bem como comportamentos e gestos, constituíram-se como dados importantes, principalmente para a análise do desenvolvimento dos alunos que preferiram não se expressar verbalmente.

A Análise Microgenética gera uma grande quantidade de dados e, para facilitar a busca pelos indícios de desenvolvimento cognitivo, recortamos *episódios*⁴⁰ das filmagens que apresentavam pistas dos possíveis processos de desenvolvimento dos alunos durante os momentos de interação. O recorte de episódios é uma característica da Análise Microgenética e, conforme Tomio, Schroeder e Adriano (2017, p. 38), em análise à Góes (2000), a palavra “micro” não significa pequeno, mas sim “[...] um determinado tempo destacado e minuciosamente observado, analisado e transcrito [...] pontuando a intencionalidade do pesquisador sobre o objeto a ser analisado.”. Os episódios selecionados foram sistematizados da seguinte maneira, conforme o Quadro 14.

Quadro 14 - Modelo de organização dos episódios selecionados das gravações.

Turnos	Enunciações (verbais e não verbais)
1	
2	

Fonte: Própria pesquisadora.

Organizamos as enunciações por meio de turnos, os quais são numerados em sequência, conforme o Quadro 14. A partir do que se apresenta em cada episódio, tecemos as discussões, buscando interpretar, na linguagem empregada pelas crianças, o processo em movimento e identificar indícios de mobilização de FPS. Nesse contexto, as FPS surgem como as principais categorias abstratas que emergem das enunciações. Também adotamos categorias de práticas epistêmicas (TAVARES, 2009) e movimentos epistêmicos (SILVA, 2015) para sinalizar indícios da FPS linguagem enquanto linguagem científica. Os registros escritos foram sistematizados por meio de transcrições para endossar as interpretações dos episódios. Protegemos as identidades dos alunos identificando-os por algarismos arábicos.

⁴⁰ Consideramos como **episódio** “o acompanhamento minucioso da formação de um processo, detalhando as ações dos sujeitos e as relações interpessoais [...] em situações naturais.”. (GÓES, 2000, p. 14).

Para atribuir mais sistematização às análises, também elaboramos quadros-sínteses, identificando as fases do ciclo investigativo, as FPS mais evidentes e os indícios que permitiram as inferências (Quadro 15).

Quadro 15 - Modelo de quadro-síntese para investigação de mobilização de FPS.

FASE DO CICLO INVESTIGATIVO	FPS EM MAIOR EVIDÊNCIA	INDÍCIOS
<i>ORIENTAÇÃO</i>		
<i>CONCEITUALIZAÇÃO</i>		
<i>INVESTIGAÇÃO</i>		
<i>CONCLUSÃO</i>		
<i>DISCUSSÃO</i>		

Fonte: Própria pesquisadora.

3.2.3.2 Procedimentos para avaliação das Sequências Didáticas

Também realizamos uma avaliação das SDs a fim de constatar se as atividades planejadas realmente se efetivaram enquanto um Ensino por Investigação, permitindo, assim, a mobilização de FPS. Além disso, buscamos refletir sobre as questões positivas e as que podem ser aprimoradas.

Para tal, fundamentamo-nos, inicialmente, nas graduações de liberdade intelectual estabelecidas por Carvalho (2018) e Paiva (2015), tendo em vista que a autonomia oferecida aos alunos é um forte indicador do quão investigativas, ou não, são as atividades. Classificamos cada elemento dos ciclos investigativos a partir dos níveis de liberdade intelectual estabelecidos por Paiva (2015) (ver páginas 111 e 112), e realizamos uma classificação geral das SDs, conforme os níveis de abertura e participação do professor e alunos em cada atividade, adotando os graus de liberdade elaborados por Carvalho (2018) (ver página 110). Essa análise inicial foi sistematizada conforme o Quadro 16.

Quadro 16 - Graduação de liberdade intelectual das atividades das Sequências Didáticas.

A - ELEMENTOS DO CICLO INVESTIGATIVO	B - QUEM PARTICIPA?		C - NÍVEL DE LIBERDADE INTELLECTUAL DA ATIVIDADE
	Professor	Alunos	
QUESTIONAMENTO			
ELABORAÇÃO DE HIPÓTESES			
EXPLORAÇÃO/EXPERIMENTAÇÃO			
INTERPRETAÇÃO DE DADOS			
CONCLUSÃO			
DISCUSSÃO			
D - CLASSIFICAÇÃO GERAL DO GRAU DE LIBERDADE:			

Fonte: Própria pesquisadora.

Para uma avaliação mais detalhada dos elementos do EI⁴¹, também utilizamos a ferramenta Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI) de Cardoso e Scarpa (2018). As autoras elaboraram a ferramenta a partir de uma adaptação do instrumento de análise de Borda Carulla (2012). No processo de adaptação, Cardoso e Scarpa também se basearam na estrutura de EI proposta por Pedaste *et al.* (2015), nos níveis de abertura de Banchi e Bell (2008) e nas ações docentes em atividades investigativas. É importante mencionar que o planejamento e o desenvolvimento das SDs aconteceram antes de conhecermos essa ferramenta.

A DEEnCI apresenta 26 categorias, identificadas como elementos do EI. Tais elementos estão organizados nos seguintes temas:

⁴¹ A DEEnCI também considera o grau de liberdade oferecido aos alunos durante as atividades de EI. No entanto, optamos por iniciar as análises das SDs a partir das contribuições de Paiva (2015) e Carvalho (2018) pelo fato de esses autores trazerem maior detalhamento sobre esse aspecto.

(A) Introdução à investigação: contém um elemento que busca verificar a ocorrência de estímulo ao interesse dos alunos acerca de um tópico de investigação;

(B) Apoio às investigações dos alunos: com 13 elementos organizados nos subtemas problema/questão, hipótese/previsão, planejamento e coleta de dados. Essa subdivisão permite examinar a presença de etapas investigativas relacionadas a esses subtemas na proposta analisada, bem como analisar o grau de envolvimento dos estudantes no desenvolvimento dessas etapas;

(C) Guia as análises e conclusões: apresenta sete elementos que possibilitam a identificação da presença de etapas relacionadas à análise e interpretação de dados, ao desenvolvimento de conclusões e explicações e à reflexão sobre a investigação como um todo e sobre etapas específicas;

(D) Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo: traz três elementos que auxiliam na avaliação da ocorrência de trabalho coletivo na comunicação construção de conhecimentos;

(E) Estágios futuros à investigação: com dois elementos que ajudam na identificação de ações do professor que permitam a continuidade do trabalho com os conhecimentos construídos durante a investigação. (CARDOSO; SCARPA, 2018, p. 1035-1036, grifo nosso).

Realizamos uma pequena adaptação na disposição dos dados da ferramenta, organizando-a em cinco seções, de acordo com os temas, conforme os Quadros 17,18,19, 20 e 21, respectivamente. Em cada tema/quadro há um espaço com explicações e exemplos de cada elemento e um campo para avaliação. Os itens podem ser avaliados como presente (P), ausente (A) ou não aplicável (NA). No espaço de avaliação, também é possível escrever comentários para exemplificar ou justificar a avaliação.

Quadro 17 - Ferramenta DEEnCI (Introdução à investigação).

A – INTRODUÇÃO À INVESTIGAÇÃO				
Elementos	Explicações ou exemplos	Avaliação e comentários		
		P	A	NA
A1 O professor estimula o interesse dos alunos sobre um tópico de investigação	Os alunos são introduzidos a um tópico de investigação, têm o interesse despertado e/ou são engajados em um desafio. O tópico pode ser estabelecido pelo professor ou alunos. Para isso, o professor pode, por exemplo, estimular a exploração ou observação de fenômenos científicos, incentivar a leitura de teorias ou sondar as ideias ou experiências prévias dos alunos sobre o que será investigado.			

Fonte: Cardoso e Scarpa (2018, p. 1031).

Quadro 18 - Ferramenta DEEnCI (Apoio à investigação dos alunos).

B – APOIO À INVESTIGAÇÃO DOS ALUNOS					
Elementos		Explicações ou exemplos	Avaliação e comentários		
B1. Problema/Questão	B1.1 Há a definição de problema e/ ou questão de investigação	Formalização de um problema amplo e/ou de questão específica sobre o tópico que será investigado. O problema ou questão deve focar em objetos, organismos e eventos do mundo natural e deve permitir que os estudantes colem e analisem dados que possibilitem o desenvolvimento de explicações sobre fenômenos científicos.	P	A	NA
	B1.2 O professor envolve os alunos na definição do problema e/ ou questão de investigação	O professor incentiva os alunos a delimitar problema e/ou questão de investigação. O envolvimento dos alunos pode ser feito com perguntas como: “o que você gostaria de saber sobre...?” ou pela disponibilização de um espaço (quadro, caixa) em que os alunos podem colocar questões, que são lidas e levadas em consideração durante a discussão. Também pode ser feito discutindo-se que tipos de questões são investigativas.			
B2. Hipótese/Previsão	B2.1 Há a definição de hipótese e/ou previsão para a investigação	Os termos hipótese e previsão se referem à formalização de ideias que serão colocadas à prova durante a investigação. As hipóteses são explicações provisórias envolvendo variáveis teóricas que responderiam à questão de investigação e as previsões seriam o resultado concreto esperado a ser obtido com a realização de um teste.	P	A	NA
	B2.2 O professor envolve os alunos na definição de hipótese e/ou previsão	O professor incentiva os alunos a explicitar as suas hipóteses e/ou previsões, pedindo que eles revelem ideias que respondam o problema ou questão de investigação e/ou sobre o que acham que vai acontecer na investigação. O professor pode fazer isso perguntando “o que você acha que é...?” ou “o que você acha que vai acontecer se/quando...?”.			
	B2.3 O professor envolve os alunos na justificação da hipótese e/ ou previsão definida	O professor incentiva os alunos a explicitar justificativas, baseadas em conhecimentos científicos, observações preliminares e/ou concepções prévias, para suas hipóteses e/ou previsões, perguntando, por exemplo, “por que você acha que...?” ou “por que você acha que isso irá acontecer?”.			
			P	A	NA

B3. Planejamento	B3.1 Há a definição de procedimentos de investigação	Procedimentos e materiais para a investigação são definidos e planejados. Em procedimentos experimentais, o professor define e/ou incentiva os alunos a garantir que alguns fatores serão mantidos constantes, para que apenas as variáveis sob investigação mudem (controle de variáveis). Em procedimentos não experimentais, o professor define e/ou incentiva os alunos a pensar em processos de geração de dados que podem envolver observação, descrição e/ou identificação de fenômenos ou organismos, amostragem, medidas, coleta de informações em livros, pôsteres ou sites e outros procedimentos não relacionados ao controle de variáveis.			
	B3.2 O professor envolve os alunos na definição dos procedimentos de investigação	O professor incentiva os alunos a participar do planejamento da investigação, abrindo espaço para a tomada de decisões sobre o que será feito. Não se espera que os alunos planejem sem ajuda, mas os procedimentos e materiais não são decididos inteiramente pelo professor.			
	B3.3 Os procedimentos de investigação definidos são apropriados ao problema e/ou questão	Os procedimentos definidos permitem que os alunos investiguem o problema ou respondam à pergunta de investigação.			
B4. Coleta de dados	B4.1 Há a coleta de dados durante a investigação	Para responder à pergunta e ou/problema e testar a hipótese e/ou previsão, há a coleta de dados.	P	A	NA
	B4.2 O professor envolve os alunos na coleta dados	Os alunos são ativos na coleta e uso de dados.			
	B4.3 O professor ajuda os alunos a manter notas e registros durante a coleta de dados	O professor pode oferecer ou incentivar a produção de quadros, listas e/ou tabelas pelos alunos.			
	B4.4 O professor encoraja os alunos a checar os dados	O professor incentiva os alunos a checar os dados, repetindo observações ou medições sempre que possível e assegurando a precisão, por exemplo, na leitura de escalas de medição com cuidado.			
	B4.5 Os dados coletados permitem	A natureza dos dados permite que os alunos testem a hipótese e/ou previsão.			

	o teste da hipótese e/ou previsão		
--	-----------------------------------	--	--

Fonte: Cardoso e Scarpa (2018, p. 1032, 1033, 1034).

Quadro 19 - Ferramenta DEEnCI (Guia as análises e conclusões).

C – GUIA AS ANÁLISES E CONCLUSÕES				
Elementos	Explicações ou exemplos	Avaliação e comentários		
		P	A	NA
C1 O professor encoraja os alunos a analisar os dados coletados	Dar sentido aos dados coletados, através de análises simples ou complexas que gerem resultados. O professor pode pedir que os alunos encontrem padrões, integrem diferentes tipos de dados, modelem e outros			
C2 O professor encoraja os alunos a elaborar conclusões	O professor incentiva os alunos a formular conclusões a partir dos resultados.			
C3 O professor encoraja os alunos a justificar as suas conclusões com base em conhecimentos científicos	O professor incentiva os alunos a explicar os seus resultados e conclusões à luz de ideias científicas relacionadas à investigação. A conclusão explicita essas informações e/ou há a discussão de conceitos, teorias ou leis que justificam a sua formulação.			
C4 O professor encoraja os alunos a verificar se as suas conclusões estão consistentes com os resultados	O professor incentiva os alunos a checar se as suas observações e resultados são consistentes com a conclusão.			
C5 O professor encoraja os alunos a comparar as suas conclusões com a hipótese e/ou previsão	O professor incentiva os alunos a relembrar sua hipótese e/ou previsão e a comparar com as conclusões.			
C6 O professor encoraja os alunos a considerar as suas conclusões em relação ao problema e/ou questão de investigação	O professor incentiva os alunos a discutir se ou como as conclusões da investigação ajudam a resolver o problema e/ou responder à questão de investigação.			

C7 O professor encoraja os alunos a refletir sobre a investigação como um todo	Algumas perguntas que o professor pode fazer para propiciar a reflexão são: “você acha que essa foi a melhor forma de investigar...?”, “o que você mudaria se fizesse a investigação de novo?”, “os mesmos resultados seriam obtidos se a investigação fosse feita de novo?”.	
---------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Fonte: Cardoso e Scarpa (2018, p. 1034).

Quadro 20 - Ferramenta DEEnCI (Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo).

D – INCENTIVO À COMUNICAÇÃO E AO TRABALHO EM GRUPO				
Elementos	Explicações ou exemplos	Avaliação e comentários		
D1 O professor encoraja os alunos a trabalhar de forma colaborativa em grupo	O professor incentiva o trabalho coletivo, propondo que todos os alunos dos grupos participem das atividades, dividam materiais, se organizem na realização das tarefas e discutam sobre o que estão fazendo e como explicar os achados.	P	A	NA
D2 O professor encoraja os alunos a relatar o seu trabalho	O professor incentiva os alunos a relatar ou apresentar seus achados e conclusões da investigação a outros grupos, à classe, à comunidade escolar.			
D3 O professor encoraja os alunos a se posicionar frente aos relatos dos colegas sobre a investigação	O professor incentiva os alunos a responder, se perguntados, ao que foi relatado pelos colegas, a fazer questões para entender melhor os relatos de achados e conclusões dos colegas e concordar ou discordar do que foi relatado.			

Fonte: Cardoso e Scarpa (2018, p. 1035).

Quadro 21 - Ferramenta DEEnCI (Apoio à investigação dos alunos).

E – ESTÁGIOS FUTUROS À INVESTIGAÇÃO				
Elementos	Explicações ou exemplos	Avaliação e comentários		
E1 O professor encoraja os alunos a aplicar o conhecimento adquirido em novas situações	Há momentos em que os alunos aplicam ou expandem o conhecimento obtido na investigação, trabalhando com ele em novas situações, em contextos relacionados ao dia a dia ou na resolução de problemas práticos.	P	A	NA
E2 O professor encoraja os alunos a identificar ou elaborar mais problemas e/ou questões a partir da investigação	Isso pode ser feito perguntando aos alunos o que mais eles gostariam de saber sobre o tópico de investigação e discutindo outras questões que surgirem durante a investigação.			

Fonte: Cardoso e Scarpa (2018, p. 1035).

A ferramenta está direcionada, sobretudo, para o diagnóstico de como o professor apoia/conduz o processo de investigação, tendo em vista o papel determinante do planejamento e das ações docentes na definição de um ambiente investigativo (CARDOSO; SCARPA, 2018).

Com base nos procedimentos de análise descritos, buscamos identificar padrões e evolução do processo de aprendizagem e desenvolvimento dos alunos, manifestados pelos indícios de mobilização de FPS. Apresentamos e discutimos os dados, que nos levaram a resposta(s), a partir do próximo capítulo.

CAPÍTULO 4: A ANÁLISE DOS DADOS

Nesta pesquisa, tivemos o objetivo de investigar a mobilização de FPS em atividades fundamentadas no EI realizadas com alunos dos anos iniciais do EF. Nesse contexto, a investigação teve como base *indícios de mobilização*, que certamente não representam as formas mais evoluídas das FPS, pois os alunos participantes estavam nas fases iniciais da educação escolar, e ainda não haviam passado por todas as transformações cognitivas que permitem a internalização completa das FPS. Vale lembrar que algumas funções demoram a se desenvolver e, em muitos casos, só alcançam os estágios superiores na adolescência, fase que a maioria dos alunos da pesquisa ainda não havia atingido.

Esclarecemos, também, que as *FPS se desenvolvem de forma conjunta*; os fenômenos perceptivos, por exemplo, mobilizam o pensamento, a linguagem, a memória, as emoções, a imaginação, entre outras funções. Sendo assim, quando destacamos algumas FPS específicas, como categorias que emergem das interações discursivas, não estamos descartando a mobilização de outras funções psicológicas, mas sim explicitando a(s) que está(ão) em maior evidência.

A forma de análise da FPS linguagem é outro ponto que precisamos esclarecer. É evidente que essa função é a base para todas as outras, e a sua mobilização ocorre em quaisquer atividades de interação social e troca de significados. Sendo assim, essa função estará em movimento em todas as interações discursivas estabelecidas nesta pesquisa, visto que a aprendizagem ocorre quase exclusivamente por meio da linguagem, seja na forma escrita ou oral (OLIVEIRA *et al.* 2009).

Considerando a abordagem de ensino empregada, focamos nossas análises na mobilização da linguagem científica, dado que essa se desenvolve em contextos e condições específicas. Entendemos que esse tipo de linguagem pode se manifestar por meio da argumentação, considerada como o discurso utilizado por professores e alunos em que há explicitação de opiniões, elaboração de hipóteses, justificativa de ações/conclusões e explicação de resultados (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Diante dessas considerações preliminares, seguimos para as análises dos resultados de cada SD.

4.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA 1: INFLUÊNCIA DAS PLANTAS NA EROSÃO DO SOLO

Neste tópico, relacionado à primeira SD, apresentamos os resultados obtidos na etapa de avaliação dos efeitos do método de intervenção na aprendizagem dos alunos e, em seguida, os resultados da avaliação da própria SD1.

4.1.1 Avaliação da mobilização das Funções Psicológicas Superiores

Na primeira SD desenvolvemos um estudo sobre a importância das plantas para o solo, em que os estudantes realizaram uma experiência para investigar como as plantas diminuem o processo erosivo. Na *fase de orientação*, a professora pesquisadora fomentou uma discussão sobre os impactos ambientais provocados pelo ser humano para introduzir o tema. Logo nos momentos iniciais da conversa, alguns estudantes manifestaram **interesse** em expor suas ideias, e apresentaram **percepções** sobre a poluição do ar (Episódio 1 – Quadro 22).

Quadro 22 - Episódio 1 (Fase de orientação da SD1).

Turnos	Enunciações (verbais e não verbais)
1	Professora: <i>Turma, a professora ((referindo-se à professora regente)) deve estar estudando com vocês a degradação ambiental, a poluição do solo, a poluição da água, a poluição do ar... Pode falar "Aluno 3".</i>
2	Aluno 3: <i>((levantando a mão)) Ontem meu irmão "tava" voltando da academia e ele chegou em casa e falou assim pra minha vó que ele não "tava" conseguindo ver nada de tanta fumaça daí eu perguntei pra ele de tanta fumaça de qual era essa daí ele foi lá e disse que era da poluição.</i>
3	Professora: <i>Esse ar poluído nesses dias é por conta de queimadas que estão acontecendo no norte do país na floresta Amazônica (...) o ar estava cheio de fuligem que foi carregada pelo vento por isso o dia ficou escuro. Vocês percebem mesmo de longe o quanto a poluição pode nos afetar.</i>
4	Aluno 6: <i>((levantando a mão)) sábado de manhã e Sol estava laranja e estava com fumaça (...)</i>
5	Aluno 4: <i>(...) o tempo está seco e as pessoas ainda ficam queimando.</i>

6	Professora: <i>Pois é “Aluno 4”, as queimadas locais também são muito prejudiciais porque podem afetar nosso sistema respiratório (...)</i>
----------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Dados da pesquisa.

No Episódio 1 (Quadro 22), os alunos apresentaram alguns dados empíricos sobre a poluição do ar com base em suas **experiências anteriores**. É provável que a temática tenha despertado o **interesse** desses alunos por estar diretamente relacionada a problemas ambientais enfrentados naquele momento, pois várias cidades, incluindo Campo Grande, vivenciavam efeitos provocados pelas queimadas na região Amazônica⁴². Esclarecemos que o interesse pode ser considerado como um sentimento intelectual (VIGOTSKI, 2003) e serviu de ponto de partida para que os alunos iniciassem a mobilização de suas **memórias e estabelecem relações** entre o tema proposto e suas vivências.

Logo depois, a professora exibiu um vídeo que apresentou informações sobre a importância do solo e os problemas decorrentes do mau uso desse recurso natural. O vídeo teve a função de fornecer dados para o desenvolvimento das atividades e promover **sensibilização** sobre o tema a ser investigado na SD. De modo geral, os estudantes ficaram bastante **atentos** à exibição do vídeo, e alguns esboçaram expressões faciais, como arregalar os olhos, abrir a boca, franzir a testa, que indicaram sentimentos de **espanto e tristeza**. Tais indícios foram mais evidentes no momento em que eram apresentados, no vídeo, os danos causados ao solo.

Após a exibição do vídeo, a professora retomou as discussões para que os dados fornecidos no vídeo fossem organizados. Durante a conversa, a **percepção** dos alunos foi direcionada a uma questão específica: a relação entre as plantas e o solo, conforme se observa no Episódio 2 (Quadro 23).

Quadro 23 - Episódio 2 (Fase de orientação da SD1).

Turnos	Enunciações (verbais e não verbais)
--------	-------------------------------------

⁴² No ano de 2019 a região Amazônica, bem como áreas de outros domínios morfoclimáticos, sofreu com as queimadas provenientes, principalmente, do processo de desmatamento. O volume de queimadas foi tão extenso que as correntes de ar transportaram resíduos de fumaça para várias regiões brasileiras.

6	Professora: <i>O vídeo fala de vários problemas que estão acontecendo por conta do mau uso do solo, um deles é por conta da retirada da cobertura vegetal... Quando eu retiro a cobertura vegetal do solo, o que acontece?</i>
7	Aluno 27: <i>Poluição?</i>
8	Aluno 21: <i>Desmatamento.</i>
9	Professora: <i>É... o desmatamento é quando se retira a cobertura vegetal..., mas que processo acontece com o solo quando as plantas são retiradas? Quando há desmatamento?</i>
10	<i>((Nenhum aluno responde. Alguns alunos esboçam expressão de dúvida))</i>
11	Professora: <i>É um processo que gera danos graves ao solo, deixa ele pobre em nutrientes...</i>
12	Aluno 18: <i>Erosão? ((tom de voz e expressões faciais indicando dúvida))</i>
13	Professora: <i>Muito bem, é a erosão! Vocês já ouviram falar da erosão?</i>
14	Vários alunos: <i>Si:::m!</i>
15	Professora: <i>Então... Alguém pode falar o que é a erosão?</i>
16	<i>((Nenhum aluno se manifesta))</i>
17	Professora: <i>Vocês estão muito tímidos ((risos)) ... Então vocês irão responder a algumas perguntas escrevendo, tá bom?</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

No episódio 2 (Quadro 23) a professora delimita o tema a ser investigado a partir de uma problematização (turno 6). Em seguida, alguns alunos estabelecem hipóteses (turno 7 e 8). A professora também avalia a resposta do Aluno 21 (turno 9) e, a partir dela, fornece dados (turnos 9 e 11) para que os estudantes **relembrem conhecimentos** relacionados à erosão. O Aluno 18 conseguiu **perceber relações** entre os dados fornecidos e a erosão do solo, apesar de demonstrar insegurança (turno 12). Os demais alunos também afirmaram que já ouviram falar sobre a erosão (turno 14), apesar de preferirem não se expressar verbalmente.

Para analisar a compreensão dos alunos sobre o solo e o processo de erosão, conceitos importantes para o desenvolvimento da SD, a professora entregou um questionário a cada estudante. Vale mencionar que a escrita, além de informar os conhecimentos dos alunos ao pesquisador, pode promover a estruturação/organização do pensamento (TRIVELADO; TONIDANDEL, 2015). Em

análise às respostas, verificamos que os estudantes apresentaram diferentes níveis de **compreensão** sobre os conceitos, desde os mais sincréticos (Alunos 2, 15 e 19 – Quadro 24) aos mais elaborados (Aluno 18 – Quadro 21, Alunos 21 e 25 – Quadro 25), conforme os quadros a seguir.

Quadro 24 - Concepções dos alunos sobre o que é o solo (Fase de orientação da SD1).

Aluno 2	<i>A parte debaixo das plantas.</i>
Aluno 3	<i>Terra.</i>
Aluno 4	<i>O chão (camada de terra).</i>
Aluno 5	<i>Onde nós pisamos.</i>
Aluno 6	<i>É “tera” é uma camada.</i>
Aluno 7	<i>O solo é a camada que nos dá conforto de comer ter lavoura plantações e comida.</i>
Aluno 8	<i>É uma camada que é terra.</i>
Aluno 11	<i>Parte de um enorme território formado de terra de baixo das plantas.</i>
Aluno 12	<i>É uma terra que faz alimentos.</i>
Aluno 14	<i>Terra.</i>
Aluno 15	<i>É uma plantação para mim.</i>
Aluno 16	<i>A pedra fica se esfarelando a chuva molha o sol ajuda a virar solo.</i>
Aluno 17	<i>Onde nós pisamos.</i>
Aluno 18	<i>Aonde nasce as plantas, e aonde nós pisamos.</i>
Aluno 19	<i>Poluição.</i>
Aluno 21	<i>Terra.</i>
Aluno 22	<i>Terra.</i>
Aluno 23	<i>É a camada que protege os alimentos.</i>
Aluno 24	<i>O solo é uma camada que fica em “vouta” da terra.</i>
Aluno 25	<i>Terra.</i>
Aluno 26	<i>É terra camada que protege.</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 25 - Concepções sobre o que é a erosão (Fase de orientação da SD1).

Aluno 2	<i>Quando não tem planta e desaparece a terra.</i>
Aluno 3	<i>Poluição.</i>
Aluno 4	<i>Quando não tem plantas para segurar e desaba a terra.</i>
Aluno 5	<i>Quando nós tira a plantação.</i>
Aluno 6	<i>Erosão é pessoas que desmata a “tera”.</i>
Aluno 7	<i>Poluição do nosso planeta.</i>

Aluno 8	<i>Erosão é uma pessoa que “fais” “dimatamento” na terra do solo que “dimata”.</i>
Aluno 9	<i>“Codo” o solo cai.</i>
Aluno 11	<i>Quando uma parte da terra desaba.</i>
Aluno 12	<i>Erosão é uma terra que faz.</i>
Aluno 14	<i>É a poluição.</i>
Aluno 15	<i>É a “puluição”.</i>
Aluno 16	<i>Quando acontece desmatamento.</i>
Aluno 17	<i>É quando o homem tira a plantação.</i>
Aluno 18	<i>Quando cai muita terra em algum lago ou rio.</i>
Aluno 21	<i>O esfarelamento do solo.</i>
Aluno 22	<i>“Bulição” e “mataneto”.</i>
Aluno 23	<i>Ela desmata a nossa terra.</i>
Aluno 24	<i>A erosão é o desmatamento de floresta.</i>
Aluno 25	<i>Um buraco que se abre por não ter sustentabilidade de plantas e árvores.</i>
Aluno 26	<i>Erosão quando você perde a camada de terra.</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

Tanto nas concepções sobre o solo quanto sobre o processo de erosão, as ideias de alguns alunos estavam fortemente relacionadas a experiências concretas, denotando baixo nível de abstração em relação aos conceitos, conforme verificamos, por exemplo, nas respostas dos Alunos 2 e 15, respectivamente: “A parte debaixo das plantas”, “É uma plantação pra mim” (Quadro 24). Outros consideraram os dados oferecidos durante as discussões iniciais para elaborar suas **percepções**, como o Aluno 16, que traz dados sobre o processo de formação do solo apresentados no vídeo: “A pedra fica se esfarelando a chuva molha o sol ajuda a virar solo” (Quadro 24). Já os Alunos 8, 16, 24 e 23 (Quadro 25) consideraram ideias do Aluno 21 (Episódio 2, turno 8) para **elaborar suas respostas**.

Em geral, a turma ainda se encontrava em fases iniciais do processo de elaboração dos conceitos em análise, e apresentou distintos níveis de compreensão, por conta das diferentes ZDPs. Todavia, é importante esclarecer que, em qualquer idade em que um indivíduo esteja, um conceito expresso por uma palavra representa um ato de **generalização** (VIGOTSKI, 2009), dessa forma os alunos utilizam a linguagem em diferentes graus de generalização de acordo com seu nível de desenvolvimento. São as situações de interação social, sobretudo as que ocorrem na escola, que permitem a aquisição de estruturas cada vez mais elevadas

para os conceitos, culminando com a formação de conceitos verdadeiros (SILVA, 2013). No ato de pensar sobre um conceito, a partir de solicitações da professora, os alunos iniciam a mobilização de suas **memórias, percepções** e operações racionais, como a **abstração, análise, síntese e sistematização**.

Após a entrega dos questionários, a professora chamou a **atenção** da turma e fez a leitura de cada resposta, realizando avaliações e reelaborações. Consideramos a fase de orientação como um momento importante, pois, a partir do movimento epistêmico de elaboração (SILVA, 2015), manifestado pelos questionamentos da professora, pode-se construir uma percepção inicial sobre o fenômeno em estudo, retomar ideias já discutidas⁴³, fornecer e organizar dados e promover o engajamento dos estudantes. Nesse contexto, lembramos que a mobilização de FPS se ancora em experiências ou conhecimentos já estabelecidos, assim a retomada de ideias, articulada ao estudo de novos conhecimentos, é pertinente.

Além disso, o apelo emocional, principalmente com a exibição do vídeo e a discussão inicial sobre a poluição, também se mostrou significativo, pois, a partir dele, alguns alunos manifestaram indícios de constância da **atenção** e de sentimentos intelectuais, como o **interesse**. Vale explicitar, conforme Vigotski (2003, p. 121), que “[...] um certo grau de sensibilidade emocional, de compromisso, deve servir necessariamente como ponto de partida para qualquer trabalho educativo.”. Nessa concepção, os alunos percebem melhor os fenômenos quando esses se relacionam às suas emoções.

Visto que algumas noções sobre a erosão do solo estavam sistematizadas, a professora iniciou a *fase de conceitualização*, propondo o seguinte problema aos alunos: como as plantas diminuem a erosão do solo? Em seguida, a turma foi motivada a elaborar hipóteses ao problema, conforme o Episódio 3 (Quadro 26).

Quadro 26 - Episódio 3 (Fase de conceitualização da SD1).

Turnos	Enunciações (verbais e não verbais)
18	Professora: (...) <i>como vocês acham que as plantas diminuem a erosão do solo? Alguém tem alguma ideia? Fala, “Aluno 17” ((apontando o dedo para um dos alunos))</i>

⁴³ A retomada de ideias já discutidas é um propósito do professor, relacionado ao fomento da argumentação, que pode levar à organização, seriação e classificação de informações, que são indicadores da alfabetização científica (SASSERON; CARVALHO, 2013).

19	((alguns alunos levantam o dedo e manifestam expressões de ansiedade, como arregalar os olhos, erguer-se do banco))
20	Aluno 17: <i>Puxando a água?</i>
21	Professora: <i>Hum::: Puxando a água... Alguém tem uma ideia diferente?</i>
22	Aluno 11: <i>Segurando a terra com as raízes (...)</i> ((interrompida pelo Aluno 2))
23	Aluno 2: <i>Porque::: ela ajuda a segurar o solo para não causar erosão e as raízes seguram a terra.</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

No episódio, verificamos que alguns alunos da turma manifestaram **interesse** em expor hipóteses para o problema. Nesse movimento, os Alunos 17, 11 e 2 (turnos 20, 22 e 23), mobilizaram a **imaginação** para elaborar respostas ao problema. Em suas falas, também se evidencia o uso de conceitos e dados propiciados na fase de orientação e o **emprego de termos científicos**, como se verifica, por exemplo, na fala do Aluno 2, que usa a expressão “solo” em vez de “terra”. Ressaltamos que foi a problematização realizada pela professora⁴⁴ que permitiu a elaboração de hipóteses pelos alunos. Nesse contexto, evidenciamos duas práticas epistêmicas da instância social de produção do conhecimento: “configuração de hipóteses” e “considerando dados e conceitos para elaborar hipóteses” (TAVARES, 2009; MOTTA; MEDEIROS; MOTOKANE, 2018).

Em continuidade, a professora estimulou os alunos a planejarem formas de testar a importância das plantas para o solo (Episódio 4, Quadro 27), iniciando a *fase de investigação*. Mesmo que a experiência já estivesse pré-estabelecida, consideramos o estímulo pertinente para proporcionar mais envolvimento na investigação e gerar um sentimento de que as ideias dos alunos também são importantes para a construção das atividades.

Quadro 27 - Episódio 4 (Fase de investigação da SD1).

Turnos	Enunciações (verbais e não verbais)
--------	-------------------------------------

⁴⁴ Conforme Sasseron e Carvalho (2013), a proposição de um problema é um propósito do professor, relacionado ao fomento da argumentação, que pode levar à manifestação do levantamento e teste de hipóteses, que se configuram como indicadores da alfabetização científica.

24	Professora: <i>O que vocês acham que a gente poderia:: eh:: fazer para testar a importância das plantas na diminuição da erosão do solo?</i>
25	Aluno 2: <i>Plantar árvores?</i>
26	Professora: <i>Mas vamos pensar em alguma coisa mais rápida, em que a gente verifica os resultados mais rápido... uma experiência (...)</i>
27	Aluno 11: <i>Ah, pra agora?</i>
28	Aluno 23: <i>Fazendo um::eh::...((começa a falar, levantando a mão, em seguida hesita e abaixa a mão))</i>
29	Professora: <i>Fazendo o quê? Pode falar... ((professora se direciona ao Aluno 23))</i>
30	<i>((Aluno 9 coloca a mão sobre a boca e faz expressão de dúvida, como se esforçasse para pensar))</i>
31	Aluno 2: <i>Não cortando as árvores (...)</i> <i>((interrompido pelo Aluno 23, que discorda de sua concepção)).</i>
32	Aluno 23: <i>Não! É um experimento rápido.</i>
33	Professora: <i>É um experimento para a gente testar como as plantas diminuem a erosão do solo... Pode falar, o que você ia falar?</i> <i>((apontando o dedo para o Aluno 4))</i>
34	Aluno 4: <i>((esboça alguma ideia, mas que ficou inaudível na videogravação))</i>
35	Professora: <i>Gente, olha só o que 'o Aluno 4' disse, a gente pega um copo só com terra e outro só com grama e depois, 'Aluno 4'?</i>
36	Aluno 4: <i>E depois a gente planta e vê qual segura mais ((solo)).</i>
37	Professora: <i>A gente vai fazer algo parecido, vou pegar o embalo 'do Aluno 4' então...</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

Nas interações discursivas do episódio constatamos que os estímulos da professora, por meio de movimentos epistêmicos de reelaboração (SILVA, 2015), desencadearam a mobilização da **imaginação** à medida que os alunos se esforçavam para elaborar ideias que pudessem se configurar em experiências para testar a influência das plantas sobre o solo. Nesse processo, os alunos também precisaram **analisar** a situação proposta e realizar **abstrações** para transformar a ocorrência de um fenômeno natural em um possível experimento. Os dados do episódio nos mostram que nem todos os alunos conseguiram manifestar uma ideia executável, mas isso não quer dizer que as FPS mencionadas não se mobilizaram, pois, formas menos elaboradas de tais funções poderiam estar em atividade.

Também observamos movimentos importantes da **linguagem científica** quando o Aluno 23 critica a ideia do Aluno 2 (turnos 31 e 32). Nesse movimento, também evidenciamos a prática epistêmica “criticando outras declarações”⁴⁵ (TAVARES, 2009). Durante o episódio, poucos alunos se distraíram, a maioria ficou **atenta** às discussões, mesmo que alguns preferissem não se manifestar verbalmente.

Após a definição dos procedimentos para a exploração do problema, os alunos foram organizados em pequenos grupos. A partir de orientações da professora, cada grupo preencheu dois copos com solo, sendo que em apenas um deles foram plantadas sementes de alpiste. Na montagem do experimento, observamos muita agitação da turma, não no sentido de indisciplina, mas sim de **empolgação** e **ansiedade**. Todos queriam manipular os materiais e ter participação da montagem; neste processo, a professora ajudou os grupos a se organizarem na divisão de tarefas para que ninguém ficasse sem participar.

Além de mobilizar **emoções**, a atividade experimental promoveu a mobilização da **percepção** à medida que os alunos usavam seus sentidos (tato, visão, olfato) para perceber os materiais. Todavia, a empolgação abriu espaço para **distrações** em alguns momentos. Diante disso, a professora **direcionava a atenção** dos alunos ao objetivo da atividade sempre que necessário. Ao término da montagem, os copos foram deixados em local arejado com acesso à luz do Sol no próprio laboratório de Ciências.

Uma semana depois, a turma retornou ao laboratório. Vale mencionar que alguns alunos, motivados por **interesse** próprio, realizaram visitas ao laboratório entre os intervalos das aulas para observar o desenvolvimento das plantas durante a semana. Essa atitude evidenciou a mobilização da **curiosidade** por parte desses alunos. A curiosidade, assim como o interesse, também é considerada um sentimento intelectual (VIGOTSKI, 2003).

No laboratório, a professora organizou os alunos em grupos e distribuiu os experimentos. Ao observarem o crescimento das plantas, os estudantes se **entusiasmaram**, e logo **perceberam** que os alpistes de alguns grupos haviam se desenvolvido melhor, o que gerou bastante agitação enquanto a professora

⁴⁵ Segundo Tavares (2009), a prática epistêmica “criticando outras declarações” faz parte da instância social de avaliação do conhecimento, e se manifesta quando o aluno critica, explicitamente, algo que foi dito anteriormente ou apresenta e critica uma ideia. Ressalta-se que numa crítica, nem sempre há discordância com o que foi enunciado e quando há discordância, nem sempre é total.

entregava os experimentos. Os grupos em que os alpistes não se desenvolveram muito bem expressaram **desapontamento** (cruzando os braços sobre o peito, com expressões faciais de tristeza, raiva, desânimo), já aqueles em que os alpistes haviam crescido satisfatoriamente expressavam alegria e até caçoavam dos que se encontravam em situação contrária.

Diante da movimentação, a professora se dirigiu a alguns grupos e percebeu o crescimento de fungos sobre o solo de alguns copos. Em seguida, **chamou a atenção** de toda a turma (Quadro 28).

Quadro 28 - Episódio 5 (Fase de investigação da SD1).

Turnos	Enunciações (verbais e não verbais)
38	Professora: <i>Olha, vamos parar de graça... Nem sempre o que a gente planeja sai certinho... Acontece!</i>
39	<i>((alguns alunos ainda expressam descontentamento))</i>
40	Professora: <i>Tá vendo esses pontinhos brancos aí?</i>
41	<i>((alunos observam o copo; os grupos em que os alpistes se desenvolveram tentam ver os copos de outros colegas))</i>
42	Professora: <i>Então, são fungos. Talvez vocês tenham colocado muita água, as sementes acabaram apodrecendo, por isso algumas não nasceram.</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

Apesar de a professora **direcionar a percepção** dos alunos a uma evidência que poderia justificar o desenvolvimento inadequado das plantas, o momento poderia ter se tornado mais rico, do ponto de vista epistêmico, se a professora estimulasse os estudantes a elaborar hipóteses para a germinação inadequada das plantas. No entanto, diante do contexto de agitação, ela preferiu discutir o problema de forma mais sintética e retomar o objetivo central da SD. Dessa forma, após a turma se acalmar, os grupos foram orientados a preencher os dois copos (com alpiste e sem alpiste) com água e a despejar a água desses recipientes em outros copos. Em seguida, a professora iniciou uma discussão para estimular a interpretação dos dados (Episódio 6, Quadro 29).

Quadro 29 - Episódio 6 (Fase de investigação da SD1).

Turnos	Enunciações (verbais e não verbais)
43	Professora: <i>Gente, levanta a mão antes de responder! ... Vocês notaram alguma diferença entre a água dos dois copos? ((Os alunos ficaram extremamente empolgados para responder, levantando a mão freneticamente))</i>
44	<i>((Vários alunos levantam a mão e vários responderam que 'sim'. Alguns responderam que 'não'. Os grupos que perceberam pouca diferença eram aqueles em que os alpinistas não haviam se desenvolvido adequadamente))</i>
45	Aluno 2: <i>Eu notei que a diferença foi que a água que estava no alpinista saiu bem mais branquinha que a água que estava na terra.</i>
46	Aluno 27: <i>Nossa, professora, a minha tá bem branquinha do alpinista, olha ((levantando o copo com a mão))</i>
47	Professora: <i>((se dirigindo até o grupo do aluno 'Aluno 27' e levantando o copo do grupo para que todos pudessem observar)) Olhem, ficou bem transparente mesmo. Por que será?</i>
48	Aluno 11: <i>Tem mais planta, né?</i>
49	Professora: <i>Isso!</i>
50	Aluno 11: <i>Dá pra beber, prô? ((arrancando risos da turma))</i>
51	Professora: <i>Que beber! ((dando risada)) ... Gente, prestem atenção aqui, por quê::: por quê::: vocês acham que houve essa diferença? ((Aluno 27 levanta a mão)) Fala, 'Aluno 27'!</i>
52	Aluno 27: <i>Eu acho que é porque a raiz limpou a sujeira da água.</i>
53	Professora: <i>A hipótese do 'Aluno 27' foi de que a raiz limpou a sujeira... Alguém tem uma ideia diferente? Aluno 4, pode falar... Daqui a pouco você 'Aluno 18', só um pouquinho.</i>
54	Aluno 4: <i>A planta segurou a terra no copo para ela não cair direto na água.</i>
55	Professora: <i>O Aluno 4 falou que as plantas seguraram o solo para ele não cair direto na água... Interessante! Fala, 'Aluno 18'!</i>
56	Aluno 18: <i>As plantas deixaram a areia mais forte (...)</i> <i>((o restante da fala ficou inaudível na gravação, o aluno falava em tom muito baixo))</i>
57	Professora: <i>Alguém mais quer falar alguma coisa, do porquê houve essa diferença?</i>
58	<i>((Nenhum aluno se manifesta))</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

Diante dos dados, a professora incentivou os alunos a interpretarem as variáveis em estudo (turno 43). Para atender às solicitações, os alunos precisaram

colocar em prática, sobretudo, as capacidades de **observar** (“*Eu notei [...]*” – turno 45), **comparar** e **perceber diferenças** (“*[...] a diferença foi que a água que estava no alpiste saiu bem mais branquinha que a água que estava na terra.*” – turno 45), **estabelecer relações** (“*A planta segurou a terra no copo para ela não cair direto na água.*” – turno 48) e **comunicar ideias** (turnos 45, 48, 52, 54, 56).

No Episódio 6, evidenciamos movimentos epistêmicos⁴⁶ de elaboração, quando a professora instiga a observação dos dados por meio de um questionamento (turno 43), de compreensão, quando a professora busca compreender, por meio de questionamentos, as ideias dos alunos (turnos 47, 51 e 57), e de confirmação, quando a professora concorda com as ideias apresentadas (turnos 49 e 55). Tais movimentos contribuíram diretamente para a mobilização das FPS identificadas e para a manifestação de algumas práticas epistêmicas⁴⁷, como a construção de dados (turnos 45 e 46) e a configuração de hipóteses (turnos 48, 52, 54 e 56).

A professora dá continuidade à discussão estabelecida no Episódio 6, retomando o problema de investigação para que os estudantes comuniquem suas respostas (Episódio 7, Quadro 30). Esse momento iniciou a *fase de conclusão*.

Quadro 30 - Episódio 7 (Fase de conclusão da SD1).

Turnos	Enunciações (verbais e não verbais)
59	Professora: <i>Então como as plantas ajudam a diminuir a erosão do solo?</i>
60	<i>((Alguns alunos levantam a mão))</i>
61	Professora: <i>Fala, 'Aluno 9'.</i>
62	Aluno 9: <i>As raízes seguram o solo para ele não cair.</i>
63	Professora: <i>O 'Aluno 9' falou que as raízes das plantas seguram o solo, 'deixando ele' como?</i>
64	Aluno 14: <i>Forte.</i>
65	Aluno 17: <i>A raiz da planta... eh:: ajuda a segurar o solo, por isso não acontece a erosão.</i>
66	Professora: <i>Sim, ele fica mais agregado, preso, então as chances de as partículas do solo se soltarem e serem levadas pela água, pelo vento 'é' menor. Mais alguém</i>

⁴⁶ Referimo-nos aos movimentos epistêmicos elaborados por Silva (2015) para avaliar as ações do professor em atividades investigativas.

⁴⁷ Quando nos referimos a práticas epistêmicas estamos usando as categorias estabelecidas por Tavares (2009) para avaliação das ações dos alunos em atividades investigativas.

	<i>quer responder?</i>
67	<i>((Nenhum aluno se manifesta))</i>
68	<i>Professora: Eu gostaria que cada um escreve a resposta que encontrou para o problema, tá bom?</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

No Episódio 7, alguns alunos manifestaram **interesse** em comunicar ideias (turno 60), tendo oportunidades de **construir explicações** para responder o problema (turnos 62 e 65). Ressalta-se que, nesse processo, exigiu-se um trabalho de **síntese**, para que fossem construídas explicações, e de **percepção**, para **justificar** a relação entre as plantas e a diminuição do processo erosivo, como se evidencia, principalmente, na resposta do Aluno 17 (turno 65): “*A raiz da planta... eh::: ajuda a segurar o solo, por isso não acontece a erosão.*”. Na fala desse mesmo aluno verificamos o estabelecimento de uma relação de causa e efeito, quando ele associa as raízes das plantas à diminuição da erosão. Essa constatação é importante, pois é esse tipo de relação que o trabalho com os dados, no EI, visa desenvolver entre os alunos (FRANCO, 2021). No episódio, também se evidencia os movimentos epistêmicos de reelaboração (turno 49), que desencadeou a prática epistêmica de conclusão (turnos 62 e 65), e de síntese, quando a professora sistematiza as principais ideias apresentadas pelos alunos (turno 66).

Ademais, salientamos a importância das tentativas de fomentar a construção coletiva de interpretações e explicações, como se percebe nos Episódios 6 e 7. Além de potencializar o processo de elaboração e troca de significados, esses momentos garantem mais oportunidades de engajamento em práticas do domínio social da Ciência (FRANCO, 2021). Conforme Driver *et al.* (1999, p. 34).

[...] o conhecimento e o entendimento, inclusive o entendimento científico, são construídos quando os indivíduos se engajam socialmente em conversações e atividades sobre problemas e tarefas comuns. Conferir significado é, portanto, um processo dialógico que envolve pessoas em conversação e a aprendizagem é vista como o processo pelo qual os indivíduos são introduzidos em uma cultura por seus membros mais experientes.

Ainda consideramos a participação dos alunos um pouco tímida nos episódios mencionados, pois, no início das discussões, vários alunos se dispõem a responder

às perguntas, mas, após as falas de alguns colegas, alguns perdem o interesse em se expressar verbalmente. Mesmo assim, acreditamos que as tentativas de fomentar a participação dos alunos são válidas e fazem parte do processo de aproximá-los da cultura científica, mesmo que, em alguns momentos, a turma não corresponda da forma esperada. A prática de estimular a participação ativa dos alunos nas discussões estabelecidas em sala de aula infelizmente não é comum, dessa forma, a inibição para comunicar ideias é compreensível.

Nos registros escritos (Quadro 31), os alunos também tiveram oportunidades de **apresentar explicações** para o problema. Constatamos que alguns estudantes conseguiram **estabelecer relações** entre os conhecimentos conceituais propiciados nas atividades e os dados obtidos na experiência⁴⁸, como se verifica, por exemplo, nas respostas dos Alunos 2, 11, 17 e 25. O movimento de buscar articulações com conhecimentos já propiciados para explicar fenômenos também evidencia a mobilização da **memória** e da **abstração**.

A coloração da água e a quantidade de raízes nos copos em que os alpistes se desenvolveram foram as principais evidências da influência positiva das plantas, por isso verificamos explicações como “[...] a planta segura o solo” (Aluno 1), “[...] as raízes da planta ajudam a segurar o solo [...]” (Aluno 2) e “[...] a terra [...] não cai porque está forte.” (Aluno 5).

Quadro 31 – Respostas dos estudantes ao problema de investigação (Fase de conclusão da SD1).

Aluno 1	<i>Eu acho que quando planta uma planta e quando acontece a planta segura o solo.</i>
Aluno 2	<i>Porque as raízes da planta ajudam a segurar o solo “poriso” não acontece a erosão.</i>
Aluno 4	<i>Elas ajudam com as raízes das plantas que segura a terra e ela não cai porque está forte.</i>
Aluno 5	<i>As plantas ajudam a segurar o solo a não desabar.</i>
Aluno 6	<i>Com água ajuda as raízes para limpar.</i>
Aluno 7	<i>Com a raiz sugando a água.</i>
Aluno 9	<i>A “rais” “sigura” o solo para não cair os que não tem nada cai.</i>
Aluno 11	<i>A erosão do solo é causada por que não há plantas mas se haver plantas ajudam a segurar o solo com suas raízes.</i>
Aluno 12	<i>Por que a água do “aupiste” veio água meio que branca e a água da terra veio suja.</i>

⁴⁸ Quando os alunos expõem a relação entre os conceitos e os aspectos observáveis do fenômeno em investigação estão desenvolvendo uma prática epistêmica relacionada à instância social de produção do conhecimento (TAVARES, 2009; MOTTA; MEDEIROS; MOTOKANE, 2018).

Aluno 14	<i>Por causa das raízes aí segura.</i>
Aluno 16	<i>A não deixar “as planta” ser levada pela água.</i>
Aluno 17	<i>A “rais” da planta ajuda a segurar o solo, por isso não acontece a erosão.</i>
Aluno 18	<i>Deixa o solo mais “ferte” para a areia não desabar.</i>
Aluno 19	<i>A “nacer” mais e ajudar a natureza.</i>
Aluno 21	<i>Com as raízes.</i>
Aluno 22	<i>Que “as planta” são ajudam o solo para ajudar as “rais”.</i>
Aluno 24	<i>As plantas ajudam a diminuir a erosão porque as raízes limpam a água e ajuda a diminuir a erosão.</i>
Aluno 25	<i>Por causa de suas raízes que sustentam o solo.</i>
Aluno 26	<i>As “rais” ajuda segurando o solo quanto mais planta mais “ferte” é.</i>
Aluno 27	<i>Porque as “rais” sugam ae elas ficam mais forte.</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

No entanto, outros alunos não conseguiram realizar as abstrações necessárias e/ou exibiram concepções equivocadas para explicar o problema. O Aluno 12, por exemplo, descreve os dados encontrados, mas não apresenta explicações para o problema: *“Por que a água do “aupiste” veio água meio que branca e a água da terra veio suja.”*. Já os Alunos 7 e 16, respectivamente, demonstraram percepções inadequadas sobre o fenômeno investigado: *“Com a raiz sugando a água.”*, *“A não deixar “as planta” ser levada pela água.”*. Embora não sejam os resultados que esperamos, é importante esclarecer que acompanhar uma sequência de conteúdos não garante ao aluno a capacidade de estabelecer relações conscientes imediatas com os conteúdos anteriormente apropriados, uma vez que o curso do desenvolvimento não coincide inteiramente com o curso da aprendizagem (VIGOTSKI, 2009). Dessa forma, é esperado que alguns estudantes ainda não consigam utilizar os conceitos de forma sistematizada.

Também é esperado que alguns alunos ainda não consigam realizar abstrações mais complexas, pois, em idade escolar, sobretudo nos anos iniciais, as FPS ainda estão imaturas. Sobre isso, Vigotski (2009) considera que o aprendizado na escola não começa quando as FPS estão desenvolvidas, pois “[...] a imaturidade das funções no momento em que se inicia o aprendizado é lei geral e fundamental a que levam unanimemente as investigações em todos os campos do ensino escolar”. (VIGOTSKI, 2009, p. 319). Desse modo, são as situações de aprendizagem

propiciadas na escola que asseguram o desenvolvimento de FPS que se encontram na ZDP.

Além disso, é importante esclarecer que o uso de evidências para sustentar argumentos é uma atividade fundamental na Ciência e, conseqüentemente, na implementação do EI. No entanto, esse processo não ocorre de forma imediata, pois demanda tempo e prática. Sendo assim, é importante gerar oportunidades para que os alunos exponham suas concepções e argumentem mobilizando evidências (FRANCO, 2021). Nesse processo, as orientações do professor são fundamentais para que os alunos diferenciem explicações sustentadas por dados daquelas baseadas em opiniões.

Conforme mencionamos, a *fase de discussão* ocorreu em várias atividades da SD. Principalmente nos momentos em que os estudantes precisavam **comunicar ideias**, por meio de **elaboração de hipóteses**, **construção de explicações**, **observação** e **interpretação** dos dados e **elaboração de conclusões**, considerando os conceitos e as evidências da experiência.

A SD1 também abriu possibilidades para a investigação de temas relacionados, o que permitiu a aplicação dos conhecimentos construídos em novas situações e a ampliação do grau de **generalização** do conceito de erosão. Assim, em aulas seguintes, os alunos investigaram uma das conseqüências da erosão do solo: o assoreamento de cursos d'água. A investigação se deu por meio da análise das causas do assoreamento do lago do parque das Nações Indígenas, localizado em Campo Grande/MS, e teve o objetivo de promover o reconhecimento da importância da mata ciliar para conservação de cursos d'água. Nessa nova situação de aprendizagem, também foi possível reelaborar concepções equivocadas constatadas na SD1.

Tendo em conta o nível de desenvolvimento da turma, consideramos que as generalizações estabelecidas nas atividades foram satisfatórias e permitiram a mobilização de diferentes FPS, conforme sintetizamos no Quadro 32.

Quadro 32 - Síntese das FPS identificadas na SD1.

FASE DO CICLO INVESTIGATIVO	FPS EM MAIOR EVIDÊNCIA	INDÍCIOS
	Emoções	Manifestar interesse em apresentar

<i>ORIENTAÇÃO</i>		experiências cotidianas; expressões faciais denotando sentimentos de tristeza e espanto com os prejuízos causados ao meio ambiente.
	Atenção	Constância no desenvolvimento das solicitações.
	Memória	Uso de conhecimentos já apropriados para responder aos questionamentos da professora.
	Percepção	Estabelecimento de relações; descrição de fenômenos a partir de rememoração de experiências já vivenciadas.
<i>CONCEITUALIZAÇÃO</i>	Imaginação	Elaborar hipóteses/prever resultados.
	Emoção	Interesse em apresentar concepções.
	Linguagem científica	Uso de termos científicos em vez de termos cotidianos.
<i>INVESTIGAÇÃO</i>	Imaginação	Planejar detalhes da investigação.
	Linguagem científica	Avaliar a ideia de outro colega. Comunicar ideias referentes à interpretação dos dados obtidos na experiência. Construir explicações.
	Pensamento	Analisar a situação proposta para sugerir um experimento de curto prazo.
	Abstração	Tentar transformar a ocorrência de um fenômeno natural em um possível experimento.
	Atenção	Atenção às discussões estabelecidas, mesmo sem participação direta.
	Emoções	Manifestação de empolgação e ansiedade para manipular os materiais da experiência. Curiosidade em acompanhar o desenvolvimento das plantas. Expressões de desapontamento/alegria ao observar os dados do experimento. Interesse em expressar as concepções.
	Percepção	Uso dos sentidos para perceber os materiais da experiência. Observação dos dados obtidos. Estabelecer relações.
<i>CONCLUSÃO</i>	Emoções	Manifestar interesse em comunicar ideias.
	Linguagem científica	Apresentar explicações e justificativas ao problema.
	Percepção	Estabelecer relações.
	Pensamento	Concluir/realizar sínteses e generalizações.
<i>DISCUSSÃO</i>	Linguagem científica	Comunicar ideias e construir explicações a partir de solicitações da professora.
	Imaginação	Elaborar hipóteses aos problemas levantados.
	Percepção	Observar e interpretar dados experimentais.

	Pensamento	Elaborar conclusões (síntese).

Fonte: Resultados da pesquisa.⁴⁹

Nos movimentos e práticas epistêmicas identificados nas interações discursivas estabelecidas na SD1, encontramos indícios de desenvolvimento de aspectos conceituais, epistêmicos e sociais da Ciência. Verificamos, por exemplo, uso de conhecimentos científicos na construção de explicações (domínio conceitual), planejamento de experiência e trabalho com dados (domínio epistêmico), construção coletiva de explicações (domínio social). Também evidenciamos indicadores da alfabetização científica (SASSERON; CARVALHO, 2008, 2011), como a organização de informações⁵⁰, o levantamento de hipóteses e a explicação. Ressalta-se que o desenvolvimento dessas práticas e indicadores desencadeou a mobilização de FPS.

4.1.2 Avaliação da Sequência Didática 1

Iniciamos a avaliação da SD1 verificando o grau de liberdade intelectual de suas atividades com base nos pressupostos de Paiva (2015) e Carvalho (2018). Tal avaliação foi sistematizada conforme o Quadro 33.

Quadro 33 - Liberdade intelectual das atividades da SD1.

A - ELEMENTOS DO CICLO INVESTIGATIVO	B - QUEM PARTICIPA?		C - NÍVEL DE LIBERDADE INTELLECTUAL DA ATIVIDADE
	Professor	Alunos	
QUESTIONAMENTO	X		III
ELABORAÇÃO DE HIPÓTESES		X	III
EXPLORAÇÃO/EXPERIMENTAÇÃO	X	X	III

⁴⁹ Quadro elaborado pela própria pesquisadora.

⁵⁰ Segundo Sasseron e Carvalho (2008, p. 338), a organização de informações “[...] ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado.”

INTERPRETAÇÃO DE DADOS	X	X	III
CONCLUSÃO	X	X	III
DISCUSSÃO	X	X	III
D - CLASSIFICAÇÃO GERAL DO GRAU DE LIBERDADE: 3			

Fonte: Própria pesquisadora.

Com base na participação da professora e dos alunos (coluna B), todos os elementos do ciclo investigativo (coluna A) foram classificados com o nível III de liberdade intelectual. De acordo com Paiva (2015), um *problema ao nível III* já possui condições de contorno pré-consideradas, assim como o que foi proposto na SD1; as *hipóteses ao nível III* são elaboradas pelos alunos, mas com direcionamentos do professor, conforme se evidencia no Episódio 3 (Quadro 26); o *plano de trabalho ao nível III*, que constituiu a subfase de exploração, é estabelecido na interação entre professor e aluno, como se verifica no Episódio 4 (Quadro 27); a *organização e interpretação dos dados ao nível III* é realizada pelos alunos, mas validada na interação professor-aluno, conforme observado nos Episódios 5 e 6 (Quadros 28 e 29); e a *análises e/ou conclusões ao nível III* também são realizadas na interação professor-aluno, como se constata no Episódio 7 (Quadro 30). Também incluímos a *discussão* como um elemento a ser avaliado e, pelo fato de estar inserida, principalmente, nas fases de investigação e conclusão e ter a participação ativa da professora e dos alunos, classificamo-la com o nível III de liberdade intelectual.

De modo geral, consideramos as atividades da SD1 compatíveis com as características do grau 3 de liberdade intelectual (CARVALHO, 2018) (linha D, Quadro 33). Segundo Carvalho (2018), o grau 3 pode ser considerado um Ensino por Investigação, pois os alunos têm participação direta na elaboração de algumas atividades. Assim, diante dessa análise inicial, evidenciamos que a SD1 apresenta características compatíveis com o EI, no que diz respeito ao grau de direcionamento do professor.

Embora a análise do grau de liberdade intelectual possa dar alguns indícios do quão investigativa é uma proposta didática, consideramos pertinente realizar uma

investigação mais aprofundada da SD1 por meio da ferramenta DEEnCI de Cardoso e Scarpa (2018). Conforme discutido no capítulo Metodologia da Pesquisa, a DEEnCI apresenta 26 categorias organizadas em cinco temas: *Introdução à investigação*, *Apoio às investigações dos alunos*, *Guia as análises e conclusões*, *Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo* e *Estágios futuros à investigação*. Para facilitar a visualização de nossas análises, suprimimos a coluna “Explicações ou exemplos” dos quadros de cada tema.

No que se refere à *Introdução à investigação*, consideramos que a fase de orientação permitiu a mobilização do interesse sobre o tema a ser investigado. Dessa forma, avaliamos o elemento A1 como presente na SD1 (Quadro 34).

Quadro 34 - Avaliação da SD1 (Introdução à investigação).

A – INTRODUÇÃO À INVESTIGAÇÃO			
Elementos	Avaliação e comentários		
	P	A	NA
A1 O professor estimula o interesse dos alunos sobre um tópico de investigação	PRESENTE: O interesse dos alunos sobre o tema de investigação foi estimulado na fase de orientação, na qual foram fornecidos dados para dar suporte às etapas seguintes (Episódios 1 e 2).		

Fonte: Resultados da pesquisa.⁵¹

Quanto ao *Apoio à investigação dos alunos*, avaliamos nove elementos como presentes (B1.1, B2.1, B2.2, B3.1, B3.2, B3.3, B4.1, B4.2 e B4.5) e quatro como ausentes (B1.2, B2.3, B4.3 e B4.4) (Quadro 35).

Quadro 35 - Avaliação da SD1 (Apoio à investigação dos alunos).

B – APOIO À INVESTIGAÇÃO DOS ALUNOS			
Elementos	Avaliação e comentários		
	P	A	NA
B1.1 Há a definição de problema e/ ou questão de investigação	PRESENTE: Na fase de conceitualização houve a definição de um problema a ser investigado após a delimitação de variáveis (Episódio 3).		

⁵¹ Quadro elaborado pela autora com adaptação de elementos de Cardoso e Scarpa (2018).

B1. Problema/Questão	B1.2 O professor envolve os alunos na definição do problema e/ ou questão de investigação	AUSENTE: O problema foi proposto pela professora e já estava pré-estabelecido.	
	B2. Hipótese/Previsão	B2.1 Há a definição de hipótese e/ou previsão para a investigação	PRESENTE: Na fase de conceitualização os estudantes elaboraram hipóteses para o problema proposto (Episódio 3).
		B2.2 O professor envolve os alunos na definição de hipótese e/ou previsão	PRESENTE: A elaboração e hipóteses se deu a partir de incentivos da professora (Episódio 3).
	B2.3 O professor envolve os alunos na justificação da hipótese e/ ou previsão definida	AUSENTE: Embora a professora tenha incentivado os estudantes a construírem respostas ao problema, não buscou esclarecer os motivos que basearam as explicações.	
B3. Planejamento	B3.1 Há a definição de procedimentos de investigação.	PRESENTE: Os procedimentos e os materiais para a investigação foram definidos e planejados (Episódio 4).	
	B3.2 O professor envolve os alunos na definição dos procedimentos de investigação	PRESENTE: Apesar de os materiais para a investigação serem definidos a priori, a professora incentivou os estudantes a buscarem alternativas para investigar o problema (Episódio 4).	
	B3.3 Os procedimentos de investigação definidos são apropriados ao problema e/ou questão	PRESENTE: Os procedimentos estabelecidos permitiram que os estudantes verificassem a influência das plantas sobre o processo de erosão (Episódios 6 e 7). A maioria dos estudantes chegou a explicações satisfatórias para o problema (Quadro 28).	
B4. Coleta de dados	B4.1 Há a coleta de dados durante a investigação.	PRESENTE: Os estudantes se veem diante de dados durante a fase de investigação (Episódios 5 e 6).	
	B4.2 O professor envolve os alunos na coleta dados	PRESENTE: A professora incentiva os alunos a observarem os dados do experimento (Episódios 5 e 6).	
	B4.3 O professor ajuda os alunos a manter notas e registros durante a coleta de dados	AUSENTE: Não houve orientação para que os estudantes sistematizassem os dados coletados.	
	B4.4 O professor encoraja os	AUSENTE: Apesar de a professora incentivar a	

	alunos a checar os dados	comparação dos dados obtidos entre os grupos, não foram adotados procedimentos mais sistematizados de checagem de dados.
	B4.5 Os dados coletados permitem o teste da hipótese e/ou previsão	PRESENTE: Os dados obtidos foram favoráveis para a verificação das hipóteses (Episódios 5 e 6). No entanto, a atenção foi direcionada ao problema e não houve retomada das hipóteses na fase de conclusão.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Consideramos pertinente realizar algumas reflexões sobre os elementos avaliados como ausentes a fim de destacar características inerentes ao contexto da pesquisa, que justificam a ausência, ou que podem ser repensadas em aplicações futuras. O elemento B1.2 (O professor envolve os alunos na definição do problema e/ ou questão de investigação) não se consolidou tendo em vista que a SD1 é uma proposta mais estruturada (BANCHI; BELL, 2008), embora os alunos tenham participação em várias atividades, conforme o Quadro 33. Consideramos que, em estágios futuros de desenvolvimento cognitivo, os alunos adquiram a autonomia para elaborar suas próprias questões de investigação.

Já os elementos B2.3, B4.3, B4.4 potencializariam os resultados da SD1 se estivessem presentes. O elemento B2.3 (O professor envolve os alunos na justificação da hipótese e/ ou previsão definida) tornaria o processo de comunicação de ideias mais rico, pois se a professora incentivasse os alunos a explicitar justificativas para suas hipóteses haveria mais oportunidades de argumentação e, conseqüentemente, de mobilização de FPS, como a linguagem. Além disso, se houvesse um maior investimento no processo de organização dos dados, por meio dos elementos B4.3 (O professor ajuda os alunos a manter notas e registros durante a coleta de dados) e B4.4 (O professor encoraja os alunos a checar os dados), os alunos mobilizariam muito mais operações racionais do pensamento, como a abstração, análise, síntese, concreção, generalização e sistematização.

Em relação ao *Guia as análises e conclusões*, avaliamos cinco elementos como presentes (C1, C2, C3, C4, C6) e dois como ausentes (C5 e C7) (Quadro 36).

Quadro 36 - Avaliação da SD1 (Guia as análises e conclusões).

Elementos	Avaliação e comentários		
	P	A	NA
C1 O professor encoraja os alunos a analisar os dados coletados	PRESENTE: Houve incentivos para que os alunos realizassem análises dos dados encontrados (Episódios 5 e 6).		
C2 O professor encoraja os alunos a elaborar conclusões	PRESENTE: Os alunos foram estimulados a elaborar conclusões para responder ao problema na fase de conclusão (Episódio 7).		
C3 O professor encoraja os alunos a justificar as suas conclusões com base em conhecimentos científicos	PRESENTE: Ao avaliar as ideias dos estudantes professora incentivava, mesmo que de forma implícita, o uso de conhecimentos científicos propiciados ao longo da SD. O uso dos conhecimentos fornecidos durante as atividades ficou evidente nas explicações de vários alunos (Episódio 7 e Quadro 28).		
C4 O professor encoraja os alunos a verificar se as suas conclusões estão consistentes com os resultados	PRESENTE: As conclusões foram construídas mediante observação e análise do experimento (Episódios 6 e 7).		
C5 O professor encoraja os alunos a comparar as suas conclusões com a hipótese e/ou previsão	AUSENTE: Não houve retomada das hipóteses na fase de conclusão.		
C6 O professor encoraja os alunos a considerar as suas conclusões em relação ao problema e/ou questão de investigação	PRESENTE: Na fase de conclusão houve a retomada do problema, o que possibilitou articulações entre as conclusões construídas e o problema de investigação (Episódio 7).		
C7 O professor encoraja os alunos a refletir sobre a investigação como um todo	AUSENTE: Não houve um momento para reflexão da investigação como um todo.		

Fonte: Resultados da pesquisa.

Embora tenhamos encontrado indícios da maioria dos elementos do tema, a presença dos elementos C5 (O professor encoraja os alunos a comparar as suas conclusões com a hipótese e/ou previsão) e C7 (O professor encoraja os alunos a refletir sobre a investigação como um todo) poderia potencializar a mobilização de operações racionais do pensamento, especialmente os processos de generalização e sistematização.

No tema *Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo*, encontramos indícios de todos os elementos (Quadro 37). A divisão da turma em grupos e os momentos de incentivo à comunicação de ideias durante as atividades colaboraram para a consolidação dos elementos desse tema.

Quadro 37 - Avaliação da SD1 (Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo).

D – INCENTIVO À COMUNICAÇÃO E AO TRABALHO EM GRUPO			
Elementos	Avaliação e comentários		
	P	A	NA
D1 O professor encoraja os alunos a trabalhar de forma colaborativa em grupo	PRESENTE: Na SD1 os alunos foram organizados em grupos para desenvolver as atividades. A professora também auxiliou a divisão de tarefas entre os membros dos grupos.		
D2 O professor encoraja os alunos a relatar o seu trabalho	PRESENTE: Ao longo das fases do ciclo investigativo, a professora estimulava os alunos a comunicar ideias a todos da turma.		
D3 O professor encoraja os alunos a se posicionar frente aos relatos dos colegas sobre a investigação	PRESENTE: A professora incentivou os alunos a apresentarem diferentes respostas aos questionamentos (Episódio 7).		

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nos *Estágios futuros à investigação*, avaliamos o elemento E1 (O professor encoraja os alunos a aplicar o conhecimento adquirido em novas situações) como presente, e o elemento E2 (O professor encoraja os alunos a identificar ou elaborar mais problemas e/ou questões a partir da investigação) como ausente (Quadro 38). Embora a SD1 tenha possibilitado a aplicação e expansão dos conhecimentos em novas situações, os alunos não foram consultados sobre o que gostariam de saber sobre tópico de investigação. A presença desse elemento poderia contribuir para o protagonismo da turma no processo de ensino e aprendizagem no sentido de gerar o sentimento de que as ideias dos alunos também são importantes nas tomadas de decisão.

Quadro 38 - Avaliação da SD1 (Estágios futuros à investigação).

E – ESTÁGIOS FUTUROS À INVESTIGAÇÃO

Elementos	Avaliação e comentários		
	P	A	NA
E1 O professor encoraja os alunos a aplicar o conhecimento adquirido em novas situações	PRESENTE: A SD1 abriu possibilidades para investigação de temas relacionados. Em aulas seguintes foi realizada uma investigação sobre o assoreamento de corpos d'água, na qual os alunos puderam aplicar e expandir os conhecimentos apropriados na SD1.		
E2 O professor encoraja os alunos a identificar ou elaborar mais problemas e/ou questões a partir da investigação	AUSENTE: Não foi dada autonomia para que os estudantes sugerissem novos temas de investigação a partir da SD1.		

Fonte: Resultados da pesquisa.

A partir da ferramenta DEEnCI, encontramos dezenove elementos do EI, conforme apresentamos nos Quadros 34, 35, 36, 37 e 38. Isso nos permite inferir que a SD1 apresenta características compatíveis com o EI. No entanto, a maioria dos elementos classificados como ausentes poderia contribuir no sentido de possibilitar mais oportunidades para a mobilização de FPS e para o desenvolvimento de práticas relacionadas aos domínios conceitual, epistêmico e social da Ciência. Por isso, o planejamento de algumas atividades da SD1 pode ser repensado em aplicações futuras.

Além das considerações estabelecidas até aqui, é importante ter em conta que a introdução dos alunos em quaisquer práticas da Ciência é desafiadora (FRANCO, 2021). Sendo assim, podem surgir dificuldades na consolidação de um ambiente investigativo. As tentativas de integrar os diferentes domínios da Ciência na atividade pedagógica são importantes, e constituem partes do processo que levará a formas cada vez mais desenvolvidas de cognição e de compreender a Ciência.

4.2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA 2: O CICLO DA ÁGUA EM UM TERRÁRIO

Neste tópico, relacionado à segunda SD, apresentamos, de maneira semelhante ao tópico anterior, os resultados obtidos na etapa de avaliação dos efeitos do método de intervenção na aprendizagem dos alunos e, em seguida, os resultados da avaliação da própria SD2.

4.2.1 Avaliação da mobilização das Funções Psicológicas Superiores

Iniciamos a *fase de orientação* da segunda SD a partir de uma retomada de ideias⁵². Assim, a professora pesquisadora realizou perguntas para que os alunos apresentassem suas concepções sobre as fases do ciclo da água (Episódio 8, Quadro 39).

Quadro 39 - Episódio 8 (Fase de orientação da SD2).

Turnos	Enunciações (verbais e não verbais)
69	Professora: <i>Turma, vamos lembrar o ciclo da água, vamos ver se vocês lembram (...). Qual é a primeira fase do ciclo da água, gente?</i>
70	Vários alunos: <i>Evaporação::!</i> ((alguns levantaram a mão, outros se levantaram dos bancos, respondendo em um tom de voz bastante alto))
71	Professora: <i>O que acontece na evaporação?</i>
72	Aluno 2: <i>A água vai para o céu.</i> ((levantando os braços simulando o movimento ascendente da água durante a evaporação))
73	Aluno 4: <i>A água vai para lá.</i> ((levantando os braços simulando o movimento ascendente da água durante a evaporação))
74	Professora: <i>Na evaporação a água líquida se transforma em quê?</i>
75	Aluno 11: <i>Nuvem? Chuva?</i>
76	Professora: <i>A água se transforma em gás, vira vapor e pode formar as...?</i>
77	Alguns alunos: <i>Nuvem!</i>
78	Professora: <i>E a segunda fase, onde acontece a formação das nuvens?</i>
79	Aluno 4: <i>Condensação!</i> ((respondendo imediatamente e apontando o dedo para cima))
80	Professora: <i>Muito bem, 'Aluno 4', condensação. E depois da condensação, o que acontece com a água?</i>
81	Aluno 21: <i>Precipitação, é?</i>
82	Professora: <i>Muito bem, 'Aluno 21'. E o que acontece na precipitação?</i>
83	Aluno 4: <i>Chove!</i> ((respondendo imediatamente, levantando a mão))
84	Professora: <i>E o que acontece quando chove? Qual é o nome da próxima fase?</i>
85	Aluno 4: <i>Infiltração.</i>

⁵² Consiste em um propósito do professor para o fomento da argumentação (SASSERON; CARVALHO, 2013).

86	Professora: <i>E o que é a infiltração?</i>
87	Aluno 4: <i>A água entra dentro da terra.</i>
88	Aluno 21: <i>A água desce até o lençol 'froático', freático!</i>
89	<i>((Outros alunos tentam responder, realizando movimentos descendentes com as mãos para tentar simular a infiltração, mas suas vozes ficaram inaudíveis na videogravação))</i>
90	Professora: <i>Isso, parte da água infiltra no solo e pode formar os lençóis freáticos se embaixo tiver algum espaço entre as rochas.</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

No início da discussão, a professora estimulou a mobilização da **memória** dos estudantes solicitando que rememorassem as fases do ciclo da água (turno 69). Durante o episódio alguns alunos manifestam **interesse** e **ansiedade** em responder às questões, levantando as mãos, erguendo-se dos bancos ou elevando o tom de voz para conseguir a atenção da professora. O interesse, além de ser um sentimento intelectual, está diretamente relacionado à memória, pois, conforme Vigotski (2003), a memória é trabalhada com maior eficiência quando é atraída e orientada pelo interesse. Os indícios de ansiedade, identificados nas reações de alguns alunos, também estavam relacionados ao interesse.

Também verificamos a mobilização de operações racionais do **pensamento**, como a **análise** e a **sistematização** quando a professora orientou a discussão sobre o ciclo da água a partir da distinção das principais etapas. Lembramos que a retomada de experiências anteriores, a análise e a discriminação de características também indicam a mobilização da **percepção**. Destaca-se, ainda, a constância da **atenção** de alguns alunos durante a interação discursiva. O Aluno 4, por exemplo, acompanhou o raciocínio da professora durante todo o episódio, conforme se observa nos turnos 73, 79, 83, 85 e 87 (Quadro 39).

Os alunos também **empregaram termos científicos**, como “evaporação”, “condensação”, “precipitação”, “infiltração” e “lençol freático” (turnos 70, 79, 81, 85 e 88, respectivamente), dando indícios de que o processo de **generalização** de conceitos científicos está em desenvolvimento. Contudo, é importante considerar que o uso de conceitos científicos pode não ser um indicativo que os alunos compreenderam completamente os fenômenos envolvidos na situação proposta, pois, mesmo que as palavras mencionadas coincidam com as justificativas

esperadas pela professora, o pensamento da criança é imaturo e ainda não faz as generalizações necessárias para a formação de conceitos verdadeiros (VIGOTSKI, 2009). Nesse contexto, é mais seguro afirmar que o processo de formação conceitual está em andamento.

No Episódio 8 também verificamos movimentos epistêmicos nas ações da professora (SILVA, 2015) e uma prática epistêmica nas ações dos alunos (TAVARES, 2009), diretamente relacionados à mobilização das FPS identificadas. O movimento epistêmico de reelaboração aconteceu quando a professora instigou a participação dos alunos, retomando conhecimentos já estudados (turnos 69, 71, 74, 76, 78, 80, 82); os de confirmação e compreensão, quando a professora concordou com as ideias de alguns alunos (turnos 80 e 82) e buscou compreender a resposta emitida pelo Aluno 4 (turno 86), respectivamente; e o de síntese quando a professora sistematizou as ideias dos Alunos 4 e 21 (turno 90). Os alunos responderam a tais movimentos ordenando dados. Esclarecemos que a ordenação de dados é uma prática epistêmica da instância social de produção do conhecimento (TAVARES, 2009). Também é compatível com o indicador da alfabetização científica “organizando informações” (SASSERON; CARVALHO, 2008), manifestado pelo propósito pedagógico “retomada de ideias já discutidas” (SASSERON; CARVALHO, 2013).

No Episódio 9 (Quadro 40), a professora continua estimulando a participação dos alunos, por meio do movimento epistêmico de elaboração (turno 91), direcionando a discussão para o que são os terrários.

Quadro 40 - Episódio 9 (Fase de orientação da SD2).

Turnos	Enunciações (verbais e não verbais)
91	Professora: <i>Hoje nós vamos construir um terrário... Alguém sabe o que é um terrário?</i>
92	Aluno 11: <i>É um terreno? ((risos da turma)).</i>
93	Professora: <i>Mais alguém?</i>
94	Algum aluno: <i>Terra!</i>
95	Professora: <i>Eh:::...Um terrário pode ter terra, solo.</i>
96	Aluno 25: <i>É um local que tem terra?</i>

97	Professora: <i>É, um terrário pode ter terra também.</i>
98	Aluno 11: <i>Tem água também?!</i>
99	Professora: <i>Sim, a gente pode colocar água em um terrário... Vamos lá, gente, mais alguém tem ideia do que seja um terrário?</i>
100	Aluno 8: <i>Eu acho que é um espaço para construir alguma coisa.</i>
101	Professora: <i>Olha só, o 'Aluno 8' falou que um terrário é um espaço para construir alguma coisa... Bom, pode ser mais ou menos isso, num terrário a gente pode construir em um espaço reduzido um mini ecossistema, que simula um ambiente natural. A gente pode colocar água, solo (...). Num terrário eu consigo controlar condições que acontecem fora dele... Num terrário eu consigo colocar algumas espécies de plantas, pequenos animais (...). ((professora continua a fala apresentando exemplos de ecossistemas terrestres e aquáticos))</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

Consideramos pertinente envolver os alunos na construção de um conceito, mesmo que provisório, para terrário, pois a compreensão de que um terrário pode simular as condições de um ecossistema natural é importante para facilitar o estabelecimento de relações entre experiência da SD e um ecossistema no mundo real. No Episódio 9 (Quadro 40), a professora vincula os conceitos cotidianos dos alunos à elaboração do tema em estudo. Nesse processo, pode-se prolongar a atenção voluntária, despertar o interesse e tornar o processo de elaboração conceitual mais significativo, visto que a mobilização das FPS está diretamente relacionada ao conhecimento que os indivíduos já possuem.

Em análise à fase de orientação, consideramos que a retomada de ideias, além de propiciar a mobilização de FPS, permitiu a organização e classificação informações⁵³ sobre o ciclo da água, colocando práticas epistêmicas (TAVARES, 2009) e indicadores da alfabetização científica (SASSERON; CARVALHO, 2008) em movimento. Após apresentar noções sobre o que é um terrário, a professora comunicou aos estudantes que seria realizada uma experiência para investigar o que acontece com a água dentro de um terrário, iniciando a *fase de conceitualização*.

⁵³ Segundo Sasseron e Carvalho (2008, p. 338), a classificação de informações “[...] ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas.”

No Episódio 10 (Quadro 41), a professora envolve a turma na delimitação das condições⁵⁴ do experimento ao questionar se um terrário deve permanecer aberto ou fechado (turno 102). Esse momento também é uma ação de planejamento da investigação que, a priori, faz parte da fase de investigação. Mas como há flexibilidade nos caminhos que podem ser percorridos com as fases do ciclo investigativo (PEDASTE *et al.*, 2015), pode ocorrer um ir e vir ao longo do processo, como nesse caso.

Quadro 41 - Episódio 10 (Fase de conceitualização da SD2).

Turnos	Enunciações (verbais e não verbais)
102	Professora: (...) gente, uma pergunta importante: um terrário deve ficar aberto ou fechado? O que vocês acham?
103	((vários alunos respondem 'fechado' e poucos respondem 'aberto'))
104	Professora: 'Aluno 8' e 'Aluno 16' ((referindo-se aos alunos que responderam que um terrário deve permanecer aberto)), por que vocês acham que o terrário deve permanecer aberto?
105	((Alunos 8 e 16 expressam surpresa, mas não respondem à professora))
106	Professora: 'Aluno 18', pode falar sua opinião, pode falar bem alto. ((referindo-se a outro aluno que indicou que um terrário deve permanecer aberto))
107	Aluno 18: Se tiver um animal dentro, como ele vai respirar?
108	Professora: Olha só, o 'Aluno 18' falou uma coisa muito interessante, se tiver um animal lá dentro, como ele vai respirar? Num terrário fechado não haveria troca de ar o animal iria consumir todo oxigênio e só haveria CO ₂ , que é o dióxido de carbono, e o animal acabaria morrendo, boa hipótese, 'Aluno 18'. Mas aqui a gente vai trabalhar só com plantas (...)
109	Aluno 4: Mas as plantas também não 'precisa' respirar?
110	Professora: Sim, a planta precisa de oxigênio para respirar também, mas na fotossíntese, quando produz seu próprio alimento, ela consome gás carbônico e também libera oxigênio. O mesmo oxigênio que ela usa para respirar (...)
111	Aluno 4: Ahhh... ((abre a boca e ergue as sobrancelhas, como se tivesse entendido))
112	Professora: 'Aluno 11', você falou que os terrários devem ficar fechados... por quê?
113	Aluno 11: Se tiver alguma minhoca, elas podem escapar.
114	Aluno 18: Mas elas podem morrer então sem ar.

⁵⁴ A delimitação de condições ou variáveis é um propósito do professor para o fomento da argumentação (SASSERON; CARVALHO, 2013).

115	Aluno 18: <i>Ah... então... sei lá... ((aparentemente, o argumento do Aluno 18 deixou o Aluno 11 em dúvida))</i>
116	Professora: <i>Mas vamos pensar na água... Pensando no ciclo da água... em observar o ciclo da água... como esse terrário deve ficar, aberto ou fechado? ((vários alunos levantam a mão demonstrando interesse em responder))</i>
117	Aluno 11: <i>Tem que ficar aberto ((outros alunos concordam com o aluno, balançando a cabeça))</i>
118	Professora: <i>'Aluno 11', por que você acha que deve ficar aberto?</i>
119	Aluno 11: <i>O ciclo da água, tipo, ela tem que evaporar.</i>
120	Professora: <i>Certo... então a gente tem que pensar o que acontece com a água de um terrário dependendo da condição, se tiver aberto ou fechado.</i>
121	Aluno 18: <i>Se ficasse aberto iria sair tudo a água.</i>
122	Professora: <i>É uma hipótese interessante... Mais alguém? ((os alunos não se manifestam))</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

No Episódio 10 percebemos um movimento interessante de **comunicação de ideias**, em que alguns estudantes expõem **argumentos** para defender suas posições. Nos turnos 107 e 109, os Alunos 18 e 4, respectivamente, levantam questões relacionadas à manutenção dos terrários. Nesse processo, eles mobilizaram suas **experiências anteriores** para **imaginar** uma situação que poderia ocorrer caso animais ou plantas fossem mantidos em terrários fechados. Ambos partiram da concepção de que os seres vivos precisam de oxigênio, e esse dado foi determinante para a **percepção** da situação proposta. Ressalta-se que quanto mais conhecimentos um indivíduo possui melhor será a percepção sobre os fenômenos e mais coerente será a imaginação (LURIA, 1991; IGNATIEV, 1978).

Também constatamos outros movimentos da **linguagem científica** no episódio, manifestando, mesmo que de forma superficial, práticas do domínio social do conhecimento (DUSCHL, 2008). Nos turnos 106, 107, 108, 109 e 110 há **negociação de explicações**⁵⁵ entre os alunos e a professora, momento em que há validação das ideias dos alunos (turnos 108 e 110). No turno 114, Aluno 18 **critica a**

⁵⁵ A negociação de explicações faz parte da instância social de comunicação da Ciência e se evidencia quando os estudantes negociam uma explicação, entre eles ou com o professor, para chegar a um consenso (MOTTA; MEDEIROS; MOTOKANÉ, 2018).

ideia⁵⁶ do Aluno 11 (turno 113), realizando uma **previsão** do que poderia acontecer com as minhocas caso o terrário permanecesse fechado. A manifestação do Aluno 18 acabou deixando o Aluno 11 em dúvida, conforme evidenciamos em sua resposta (turno 115).

Ao longo do Episódio 10, os alunos tiveram oportunidades de configurar hipóteses para as questões levantadas, mobilizando o **pensamento** e a **linguagem** (ao pensar sobre o seu próprio modo de utilizar as palavras), a **memória** e a **percepção** (ao empregar experiências anteriores para explicar e perceber a situação proposta), a **imaginação** (ao prever os resultados de um problema), a **atenção** (ao se concentrar em dar resposta a uma solicitação), entre outras. Nesse contexto, as perguntas e solicitações da professora não são apenas disparadores da atividade intelectual dos alunos, “[...] é a partir delas que as crianças selecionam os fragmentos de suas experiências [...], articulam e ordenam esses fragmentos na resposta, organizando verbalmente o pensamento [...]” (FONTANA; CRUZ, 1997, p. 112).

Na importante mediação da professora, encontramos movimentos epistêmicos de elaboração e reelaboração, quando se estimulou a percepção dos alunos sobre informações novas (turno 102) e dados já fornecidos (turnos 116 e 120); de compreensão, à medida que se buscou entender as hipóteses dos alunos (turnos 104, 106, 112 e 118); e de confirmação e instrução, quando foram oferecidos novos conhecimentos a partir da validação das ideias dos Alunos 18 e 4 (turnos 108 e 109). Esses movimentos possibilitaram a mobilização de FPS e das práticas epistêmicas “configuração de hipóteses” (turnos 119 e 121), “considerando dados e conceitos para elaborar hipóteses”⁵⁷ (turnos 107 e 109) e “criticando outras declarações” (turno 114).

Após a discussão apresentada no Episódio 10 (Quadro 41), iniciou-se a *fase de investigação*⁵⁸. Os alunos foram organizados em grupos e orientados a construir os terrários, que foram mantidos abertos ou fechados, conforme a decisão de cada

⁵⁶ A prática de criticar outras declarações faz parte da instância social de avaliação do conhecimento e se manifesta quando um aluno apresenta críticas a ideias de outros colegas (MOTTA; MEDEIROS; MOTOKANE, 2018).

⁵⁷ As práticas epistêmicas “configuração de hipóteses” e “considerando dados e conceitos para elaborar hipóteses” fazem parte da instância social de produção de conhecimento (TAVARES, 2009; MOTTA; MEDEIROS; MOTOKANE, 2018).

⁵⁸ Lembramos que atividades características da fase de investigação, como o planejamento da experiência, foram iniciadas na fase de conceitualização.

grupo. No planejamento inicial, a intenção era manter os terrários fechados, mas, no decorrer da SD, a professora decidiu abrir possibilidades para participação da turma no planejamento da investigação, dessa forma, os estudantes puderam escolher a condição em que deixariam seus terrários.

Assim como ocorreu na SD1, os alunos ficaram bastante **empolgados** durante a construção do experimento e todos queriam manipular os materiais. Também de forma semelhante à SD1, a professora auxiliou os grupos na divisão de tarefas para que todos os alunos participassem da montagem. Os terrários foram deixados em local com luminosidade sem que fossem adicionados novos componentes, nem mesmo água. Após uma semana, os estudantes retornaram ao laboratório para **observar** a experiência. Nesse momento, a professora direcionou a **atenção** dos alunos para as principais evidências do ciclo da água, especialmente nos terrários fechados, conforme o Episódio 11 (Quadro 42).

Quadro 42 - Episódio 11 (Fases de investigação e conclusão da SD2).

Turnos	Enunciações (verbais e não verbais)
123	Professora: <i>Pessoal, na semana passada nós construímos um terrário para acompanhar o quê?</i>
124	Aluno 21: <i>Ciclo da água!</i>
125	Professora: <i>Eu dei a opção e vocês escolheram deixar os terrários abertos ou fechados. Eu lembro que o 'Aluno11' (...) falou que o terrário tem que ficar aberto pra água evaporar e o 'Aluno 18' falou que se tivesse aberto a água iria evaporar toda e não daria para ver o ciclo da água. Eu 'tô' com os terrários aqui, vou entregar, enquanto eu entrego vão observando os seus terrários e os de outros grupos.</i>
126	<i>((alunos ficam bastante agitados enquanto observam os terrários. Andam pelo laboratório para observar os terrários de outros grupos. Alguns sacodem os terrários e os aproximam dos olhos, outros tomam os terrários das mãos dos colegas para tocar e observar mais de perto))</i>
127	Professora: <i>Quarto ano, olhando aqui pra mim agora... Quarto ano... Chega! Cada um no seu lugar agora, cada um observando o seu terrário, chega de andar! (...) Crianças, vocês devem ter percebido que os terrários abertos estão diferentes dos terrários fechados. O que vocês observaram? ((vários alunos levantam a mão))</i>
128	Aluno 8: <i>Eu! ((ergue-se do banco e levanta rapidamente a mão)). Eu percebi que nos terrários fechados as plantas conseguiram crescer mais. Os abertos ficaram, eh:::, morreram.</i>
129	Professora: <i>Olha só, gente, o 'Aluno 8' falou assim que nos terrários abertos as plantas cresceram e nos fechados as plantas morreram. 'Aluno 17', pode falar.</i>

130	Aluno 17: <i>Eu também percebi que o fechado está com um monte de 'águinha' dentro e o fechado está com muito pouco ((conforme o aluno fala, vai observando e mexendo no terrário))</i>
131	Professora: <i>Humm, interessante. Agora sua vez, 'Aluno 27'.</i>
132	Aluno 27: <i>O fechado tem tipo... umas... gotinha ((gesticulando)) e o aberto ele ficou sem gotinha por causa do ar que bate na terra e vai ((conforme o aluno fala, vai observando e mexendo no terrário))</i>
133	Professora: <i>Olha só, o 'Aluno 17' e o 'Aluno 27' perceberam a água na garrafa do terrário fechado. E porque as plantas estão assim no terrário fechado? ((referindo-se ao fato de as plantas estarem vivas))</i>
134	Aluno 21: <i>Porque tem mais água?</i>
135	Professora: <i>Isso mesmo... Agora outra pergunta, o que aconteceu com a água do terrário aberto? Lembrando que vocês colocaram água semana passada e eu não acrescentei nenhuma água durante a semana... ((Os Alunos 4, 8 e 21 erguem-se dos bancos e levantam a mão para ter oportunidade de responder))</i>
136	Aluno 8: <i>Professora! Eu! Eu!</i>
137	Professora: <i>'Aluno 4', pode responder.</i>
138	Aluno 4: <i>Evaporou.</i>
139	Professora: <i>A água do terrário aberto evaporou e foi pra onde?</i>
140	Aluno 27: <i>Foi pro céu.</i>
141	Professora: <i>E 'Aluno 21' ((o referido aluno estava com o dedo levantado querendo falar)), e a água do terrário fechado?</i>
142	Aluno 21: <i>Evaporou e ficou nas paredes aqui, ficou tudo úmido ((passando a mão e olhando para o terrário enquanto explicava))</i>
143	Professora: <i>A água do terrário conseguiu escapar?</i>
144	Vários alunos: <i>Não!</i>
145	Professora: <i>O que foi acontecendo com a água do terrário aí dentro?</i>
146	Aluno 21: <i>Tentando se transformar em nuvem?</i>
147	Professora: <i>Olha só... Vocês colocaram a água no solo, e o que foi acontecendo com essa água?</i>
148	Aluno 6: <i>Nuvem!</i>
149	Aluno 21: <i>Evaporar!</i>
150	Professora: <i>Evaporar! ((apontando o dedo para o Aluno 21)) A evaporação aconteceu nos dois terrários, tanto no terrário aberto quanto no fechado, só que no terrário aberto a água escapou, já a água do terrário fechado ficou aí dentro e foi se acumulando nas paredes, num processo parecido com a formação das nuvens, qual o nome dessa fase?</i>

151	Aluno 21: <i>Condensação?</i>
152	Professora: <i>Condensação, muito bem 'Aluno 21'! E daí quando as paredes ficaram com muita água acumulada, o que aconteceu?</i>
153	Aluno 27: <i>Foi... foi... tipo chovendo.</i>
154	Professora: <i>Qual é o nome desse processo?</i>
155	Aluno 6: <i>Precipitação?</i>
156	Aluno 4: <i>Precipitação!</i>
157	Professora: <i>Muito bem, precipitação. Então foi acontecendo o ciclo da água aí dentro, no terrário aberto a água evaporou e foi embora e as plantinhas acabaram ficando sem água. (...). Já no terrário fechado a água evaporou, condensou nas paredes, que são essas gotinhas, eh:::, precipitou, infiltrou, evaporou... Fala, 'Aluno 27'.</i>
158	Aluno 27: <i>Eu ia falar que essa água não 'tá' aqui ((referindo-se ao terrário aberto)) porque como deixamos ali fora aí e 'tava' aberto e o sol foi sugando a água e as plantas foram ficando secas, sem nenhum pingo de água, já o fechado ficou, tipo... evaporando ((gesticulando simulando possível movimento ascendente da água)), e ficou pingando aqui no ambiente, formando tipo uma nuvem, daí foi chovendo e por isso as plantas ainda "está" aqui.</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

No Episódio 11, a professora retoma as hipóteses (turno 125) e estimula a mobilização da **percepção** dos estudantes ao fomentar a **comparação** e a **observação** das particularidades de cada terrário. Com esse auxílio, os alunos apresentaram alguns dados, como “[...] nos terrários fechados as plantas conseguiram crescer mais [...]” (turno 128), “[...] o fechado está com um monte de ‘águinta’ [...]” (turno 130), e “O fechado tem tipo... umas... gotinha [...]” (turno 132), que, ao longo da discussão, constituíram-se em evidências do ciclo da água nos terrários fechados.

O fato de a professora estimular a **descrição das características observadas** também foi importante para que os estudantes formassem melhor o resultado de suas **percepções**. Os Alunos 17, 27 e 21 (turnos 130, 137 e 142, respectivamente), observaram e manipularam seus terrários enquanto respondiam à professora. Segundo Sokolov (1978, p. 170), a linguagem desempenha um papel fundamental na observação, pois, ao descreverem o que observam, o aluno “[...] não só se concentra nas partes ou propriedades isoladas dos objetos, mas também desenvolve uma atitude mais consciente sobre aquilo que precisa ser descrito [...]”.

No mesmo episódio, as interações discursivas, iniciadas para interpretar os dados, encaminharam-se para a **construção de respostas** ao problema (*fase de conclusão*), pois em vários turnos (132, 138, 140, 142, 146, 149, 151, 153, 155, 156, 158) os alunos **explicam**, sob a mediação da professora, o que foi acontecendo com a água em cada terrário. No turno 158, por exemplo, o Aluno 27 **constrói uma explicação**, usando alguns conceitos para interpretar os dados⁵⁹. Por mais que sua linguagem ainda se apresente de forma coloquial, verificamos que o aluno parte de alguns dados (terrário aberto sem água e com plantas mortas/ terrário fechado com água e com plantas vivas) e usa alguns conceitos relacionados ao ciclo da água (necessidade do Sol, evaporação, precipitação) para explicar como a evaporação da água nos dois ambientes impactou a sobrevivência das plantas. Nesse processo, evidenciamos a mobilização da **percepção** (quando o aluno estabeleceu relações entre a sobrevivência das plantas e a evaporação da água), de operações racionais, como a **análise** (quando considerou as particularidades de cada terrário) e a **síntese** (quando construiu uma resposta com base na experimentação), e da **imaginação** (quando descreveu como os fenômenos provavelmente aconteceram).

Associados à mobilização de FPS e à manifestação práticas epistêmicas pelos alunos, como construção de dados (turnos 128, 130, 132), uso de conceitos para interpretação de dados (turnos 132 e 158), configuração de hipótese (turno 134) e conclusão (turnos 138, 140, 142, 144, 146, 148, 149, 153, 155 e 156), encontramos no Episódio 11 movimentos epistêmicos de reelaboração (turnos 123, 125, 127, 131, 135, 139, 141, 143, 145, 147, 150, 152 e 157) , elaboração (turno 133), confirmação (turnos 135, 139, 150, 152 e 157) e síntese (turnos 129, 135, 150 e 157).

No Episódio 12 (Quadro 43), a professora continua estimulando a interpretação dos dados e a construção de explicações a partir da resposta do Aluno 27 (turno 158, Episódio 11, Quadro 39), direcionando a **atenção** da turma a outras variáveis da experiência, como o local em que os terrários foram deixados e a participação das plantas no ciclo da água.

⁵⁹ O uso de conceitos para interpretação dos dados faz parte da instância social de avaliação do conhecimento, e se manifesta quando os alunos “[...] quando os estudantes passam a empregar conceitos para dar sentido aos dados trabalhados anteriormente.” (MOTTA; MEDEIROS; MOTOKANE, 2018, p. 344).

Quadro 43 - Episódio 12 (Fases de investigação e conclusão da SD2).

Turnos	Enunciações (verbais e não verbais)
159	Professora: <i>O 'Aluno 27' falou uma coisa interessante, sobre a questão do Sol, eu até iria perguntar mesmo... por que foi necessário deixar os terrários em um local iluminado?</i>
160	Aluno 9: <i>Pra evaporar?</i>
161	Professora: <i>O que o calor do sol faz com a água?</i>
162	Aluno 27 e Aluno 6: <i>Ele evapora.</i>
163	Professora: <i>E se eu deixasse os terrários em um local escuro?</i>
164	Aluno 6: <i>Não iria evaporar.</i>
165	Professora: <i>Se a gente deixasse os terrários em um local escuro a água iria demorar muito para evaporar, porque o Sol fornece a energia necessária para o ciclo da água acontecer (...), por isso os terrários foram deixados em local iluminado.</i>
166	Aluno 17: <i>Sem o sol as plantas também não crescem, é ele que dá...a... ((coloca a mão no rosto, como se quisesse se lembrar de algo)) como é o nome? É ele que dá força... o nome é... Foto::síntese?</i>
167	Professora: <i>Muito bem, o 'Aluno 17' também lembrou que as plantas precisam da luz do Sol para produzir seu próprio alimento através da fotossíntese. Fala, 'Aluno 27'.</i>
168	Aluno 27: <i>Eu ia falar também que o negócio aberto ele vai evaporando porque tem tipo um... como é o nome do negócio... ((coloca as mãos no rosto))... que quando os... ((coloca a mão no rosto novamente))... não é... que, tipo, quando os caras sai do planeta e fica flutuando...</i>
169	Aluno 21: <i>Gravidade?</i>
170	Aluno 16: <i>Gravidade!</i>
171	Aluno 27: <i>Isso... Daí é por isso que ela fica evaporando ((gesticulando simulando possível movimento ascendente da água)), porque ela tem tipo uma gravidade.</i>
172	Professora: <i>Sim, a gravidade tem a ver com o ciclo da água... E da onde vem essa água que está grudada nas paredes internas dos terrários fechados?</i>
173	Aluno 27: <i>Do solo!</i>
174	Aluno 4: <i>Da terra!</i>
175	Professora: <i>Do solo, que mais?</i>
176	Aluno 21: <i>Das plantas!</i>
177	Professora: <i>Das plantas! As transpiram e liberam água na forma de vapor... e em que local da planta ocorre a transpiração?</i>

178	Aluno 6 e Aluno 27: <i>Raízes!</i>
179	Aluno 4: <i>Não, não, das folhas! ((olhando para os Alunos 6 e 27))</i>
180	Professora: <i>Das folhas! As plantas transpiram principalmente pelas folhas... E a quantidade de água no terrário aberto permaneceu a mesma?</i>
181	Vários alunos: <i>Não!</i>
182	Professora: <i>Por quê?</i>
183	Aluno 21: <i>Evaporou!</i>
184	Aluno 27: <i>Evaporou tanto que a planta ficou seca.</i>
185	Professora: <i>E a água do terrário fechado? Permaneceu a mesma?</i>
186	Vários alunos: <i>Sim::!</i>
187	Aluno 27: <i>Sim, aqui tá fechado... Evapora e chove, evapora e chove... ((gesticulando simulando possível movimento ascendente da água)).</i>
188	Professora: <i>Sim, no terrário fechado foi acontecendo o ciclo da água com aquelas etapas que estudamos, a evaporação, a condensação, a precipitação, a infiltração e tudo outra vez.</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

No Episódio 12, (Quadro 43), os alunos **elaboraram respostas** baseadas em conhecimentos já propiciados para responder aos questionamentos (turnos 160, 162, 164, 166, 168, 171, 173, 174, 176, 178, 183, 184, 186 e 187) à medida que a professora realizou elaborações (turnos 159 e 163), reelaborações (turnos 161, 172, 175, 177, 180 e 185), confirmações (turnos 167, 172, 175 e 180) e sínteses (165, 177, 180 e 188). Ao elaborar respostas com base em conhecimentos já propiciados, a prática epistêmica “concluindo” estava em movimento e, nesse processo, os alunos também mobilizaram suas **memórias** e **percepções**. No que se refere a tais funções, destacamos as falas dos Alunos 17 (turno 166) e 27 (turnos 168 e 171), que resgataram suas **experiências anteriores** trazendo conceitos relacionados ao tema em estudo, como o de fotossíntese e o de gravidade. Nessa ação, constata-se a prática epistêmica “articulando conhecimento observacional e conceitual”⁶⁰. Pela movimentação corporal desses alunos, também ficou evidente a **concentração** para **lembrar** as palavras que gostariam de usar. Essa concentração do próprio pensamento consiste na mobilização da **atenção voluntária** (VIGOTSKI, 2003).

⁶⁰ A articulação entre conhecimento observacional e conceitual faz parte da instância social de produção do conhecimento, e se manifesta quando os alunos “[...] expõem a relação entre os conceitos e os aspectos observáveis do fenômeno em investigação.” (MOTTA; MEDEIROS; MOTOKANE, 2018, p. 344).

Também ficou claro que os Alunos 17 e 27 não tinham plena consciência das palavras mencionadas, apesar de as utilizarem para significar suas ideias. Nesse ponto, esclarecemos que, na atividade mental envolvida na formação de conceitos científicos, o aluno pode usar o conceito antes mesmo de compreender o seu significado. Ao encontro disso, Fontana e Cruz (1997, p. 193) explicam que na interação com outras pessoas a criança constrói significados para as palavras e realiza operações intelectuais complexas, “[...] praticando o pensamento conceitual antes de ter uma consciência clara da natureza dessas operações.”.

Ainda a respeito das falas destacadas, consideramos que as respostas do Aluno 27 (turnos 168 e 171) poderiam ser melhor exploradas pela professora, pois ele relaciona, de forma equivocada, o conceito de gravidade ao ciclo da água. De fato, a gravidade é um fenômeno importante para o ciclo da água, principalmente no processo de precipitação, no entanto, a professora não traz essa explicação e só confirma que “[...] a gravidade tem a ver com o ciclo da água” (turno 172). Desse modo, provavelmente o aluno continuou a acreditar que a água evapora por conta da gravidade. Apesar da limitação constatada, percebemos que os Alunos 21 e 16 (turnos 169 e 170) auxiliaram a resposta do Aluno 27 (turno 171), manifestando, mesmo que de forma sutil, a prática epistêmica de complementação de ideias⁶¹. No turno 179 o Aluno 4 também manifesta outra prática epistêmica do domínio social, criticando as falas dos Alunos 6 e 27 (turno 178).

Ressaltamos, mais uma vez, a importância dos momentos de construção coletiva de ideias. As tentativas de fomentar um ambiente interativo são importantes para o desenvolvimento cognitivo, pois todas as FPS despontam, inicialmente, no plano social (VIGOTSKI, 2007), e para aproximar os estudantes das práticas da comunidade científica (FRANCO, 2021).

Ao final da SD2, a professora solicita que os alunos escrevam suas explicações para o problema e identifiquem as etapas do ciclo da água que puderam ser evidenciadas nos terrários fechados. Essa atividade foi importante para avaliar as ideias dos alunos, principalmente daqueles que preferiram não se expressar verbalmente. Além disso, entendemos, com base em Trivelato e Tonindandel (2015),

⁶¹ A complementação de ideias faz parte da instância social de avaliação do conhecimento e se manifesta “quando o aluno complementa algo dito pelo professor ou outro colega.” (MOTTA; MEDEIROS; MOTOKANE, 2018, p. 345).

que a escrita permite ao estudante estruturar seu pensamento, registrar e comunicar sua produção de conhecimento.

Em análise às respostas (Quadros 44 e 45), percebemos vários níveis de compreensão, determinados pelos diferentes estágios de desenvolvimento cognitivo dos alunos. Alguns estudantes, mesmo observando a água nas paredes dos terrários fechados, escreveram que não houve a evaporação da água (Alunos 4, 5, 10 e 25, Quadro 41). Acreditamos que a ênfase na evaporação da água nos terrários abertos durante as discussões tenha confundido esses alunos, que acabaram atribuindo a evaporação apenas aos terrários abertos. Isso é sustentado pelo fato de a maioria da turma não apresentar dificuldades em explicar o que aconteceu com a água dos terrários abertos (Quadro 45).

Quadro 44 - Respostas dos estudantes ao problema “O que aconteceu com a água dos terrários fechados?” (Fase de conclusão da SD2).

Aluno 1	<i>A água evaporou.</i>
Aluno 2	<i>Todo o “siclo” da água aconteceu.</i>
Aluno 3	<i>“Evaporo”.</i>
Aluno 4	<i>Foi para a parede porque não conseguiu evaporar e tentou por isso as águas.</i>
Aluno 5	<i>A água não “evaporo”.</i>
Aluno 6	<i>“Evaboro”.</i>
Aluno 7	<i>Evaporou e não “permitio” o ar.</i>
Aluno 8	<i>Aconteceu a evaporação que “feis” a nuvem que começou a chuva.</i>
Aluno 9	<i>Evaporou “mais” a água não saiu.</i>
Aluno 10	<i>As plantas cresceram muito e a água não evaporou.</i>
Aluno 11	<i>A água permaneceu a mesma e aconteceu o ciclo da água.</i>
Aluno 12	<i>Água evaporou.</i>
Aluno 16	<i>“Fico” na parede da garrafa.</i>
Aluno 17	<i>Evaporou e choveu e depois a mesma coisa.</i>
Aluno 21	<i>Ficou nas paredes.</i>
Aluno 22	<i>Ficou na parede da garrafa.</i>
Aluno 23	<i>Ela “envaborou” só que ela não escapou e o aberto sim e ficou seca.</i>
Aluno 24	<i>Estava querendo se formar nuvem a água estava querendo sair e “tava” na garrafa grudada nela querendo sair.</i>
Aluno 25	<i>A água tentou “ivaporar”, mas ficou grudado nas paredes.</i>
Aluno 26	<i>A água “tento” evaporar “pra fora mais” o plástico não “decho” aí aconteceu o ciclo da água.</i>
Aluno 27	<i>Porque no fechado evapora mas ela fica presa na borda e chove e cai no solo e na planta.</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 45 - Respostas dos estudantes ao problema “O que aconteceu com a água dos terrários abertos?” (Fase de conclusão da SD2).

Aluno 1	<i>A água evaporou.</i>
Aluno 2	<i>Só aconteceu a evaporação.</i>
Aluno 3	<i>Fugiu.</i>
Aluno 4	<i>Evaporaram.</i>
Aluno 5	<i>Ela “evaporo”.</i>
Aluno 6	<i>“Evaboro”.</i>
Aluno 7	<i>Pegou sol e entrou ar.</i>
Aluno 8	<i>O sol “feis” a água secar “puriço” não conseguiu “cresce”.</i>
Aluno 9	<i>“Evaporo” saio da “garafa”.</i>
Aluno 10	<i>As plantas não cresceram e a água evaporou.</i>
Aluno 11	<i>A água evaporou.</i>
Aluno 12	<i>Água saiu “por que” ficou aberto.</i>
Aluno 16	<i>“Evaporo”.</i>
Aluno 17	<i>A água evaporou e saiu da garrafa.</i>
Aluno 21	<i>Evaporou.</i>
Aluno 22	<i>“Reporado”.</i>
Aluno 23	<i>Aberto ele ficou seca e o fechado não.</i>
Aluno 24	<i>Quando estava aberta a água saiu e evaporou e foi mais ou menos para o céu.</i>
Aluno 25	<i>A água “ivaporou”.</i>
Aluno 26	<i>A água evaporou e as “planta morreu”.</i>
Aluno 27	<i>A água “evaporo” e deixou muito seco.</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

Outros alunos limitaram suas conclusões escrevendo que a água dos terrários fechados apenas evaporou (Alunos 1, 3, 6, 7, 12 e 23, Quadro 44). Essas respostas são compreensíveis, pois a evidência mais concreta do ciclo da água era a umidade das paredes internas das garrafas. Já os Alunos 16, 21 e 22 (Quadro 44) descreveram os dados encontrados, mas não apresentaram explicações para o problema, embora o Aluno 21 tenha dado explicações satisfatórias verbalmente (Episódios 11 e 12, Quadros 39 e 40, respectivamente). Apesar das limitações identificadas, os Alunos 2, 8, 11, 17, 26 e 27 (Quadro 44) expressaram

generalizações mais complexas ao indicar que o ciclo da água ocorreu nos terrários fechados.

Lembramos que o objetivo da SD2, em relação ao domínio conceitual, era promover o reconhecimento de algumas etapas do ciclo da água em um terrário. Por isso, os alunos também foram questionados sobre as etapas que ocorreram nos terrários fechados (Quadro 46).

Quadro 46 - Respostas dos estudantes à questão “Quais etapas do ciclo da água podemos observar nos terrários?” (Fase de conclusão da SD2).

Aluno 1	<i>Evaporação.</i>
Aluno 2	<i>Evaporação, transpiração e precipitação.</i>
Aluno 3	<i>Evaporação “condesação” etc.</i>
Aluno 4	<i>Evaporação, precipitação, transpiração.</i>
Aluno 5	<i>Evaporação e transpiração.</i>
Aluno 6	<i>“Evaporasão” ... ((restante da frase ficou ilegível))</i>
Aluno 7	<i>Evaporação, transpiração.</i>
Aluno 8	<i>Que a garrafa fechada não conseguiu sol a garrafa aberta a água foi subindo.</i>
Aluno 9	<i>“Efaporasão” “contesão”.</i>
Aluno 10	<i>Evaporação e transpiração.</i>
Aluno 11	<i>Evaporação, “condenssação” e transpiração.</i>
Aluno 12	<i>“Evaporosão”, “tranpirasão”, “vipriração”.</i>
Aluno 16	<i>Evaporação, “condeçação” e etc.</i>
Aluno 17	<i>Transpiração, evaporação, condensação e etc.</i>
Aluno 21	<i>Transpiração, evaporação, condensação, precipitação, infiltração.</i>
Aluno 22	<i>Ficou com “rais” e “fico” saldável.</i>
Aluno 23	<i>Muita “poca” água.</i>
Aluno 24	<i>Que a água quando estava fechada a água ficou na parede da garrafa e quando estava aberta a água evaporou.</i>
Aluno 25	<i>Precipitação e evaporação.</i>
Aluno 26	<i>Evaporação “trapiração” “ifintração”.</i>
Aluno 27	<i>Evaporação e chove e deixa seco.</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

A maioria dos alunos **expôs ideias** semelhantes às que foram apresentadas nos Episódios 11 (Quadro 42) e 12 (Quadro 43) e não apresentou dificuldades, exceto ortográficas, em mencionar as fases que puderam ser evidenciadas sob mediação da professora. Vale mencionar que a professora pesquisadora avaliou,

junto à turma, as respostas do questionário (Episódio 13, Quadro 47). Nesse momento foram evidenciadas algumas explicações inadequadas. Contudo, mesmo após a reelaboração, os conceitos equivocados podem se repetir, sendo necessárias novas reelaborações, tendo em conta a complexidade da formação de conceitos científicos. Destacamos, ainda, que a professora regente auxiliou a discussão apresentando a grafia correta das palavras.

Quadro 47 - Episódio 13 (Fases de conclusão da SD2).

Turnos	Enunciações (verbais e não verbais)
189	Professora: <i>Vamos lá, deixa eu ler, o que aconteceu com a água dos terrários fechados? (...) Alguns aqui responderam que a água evaporou... Mas foi só isso?</i>
190	Aluno 4 e 11: <i>Não!</i>
191	Professora: <i>Isso, no terrário fechado a água evaporou, condensou nas paredes internas, daí precipitou, choveu, a água foi para o solo, parte da água evaporou novamente e plantas também influenciam, pois elas realizaram o quê?</i>
192	Aluno 21: <i>Transpiração! ((levantando o dedo))</i>
193	Professora: <i>Tô vendo aqui que alguns escreveram que a água do terrário aberto não evaporou... Será que não evaporou?</i>
194	Aluno 27: <i>Evaporou sim, evaporou sim!</i>
195	Professora: <i>Isso. Tanto a água do terrário aberto quanto do fechado evaporou, a diferença é que no terrário fechado a água ficou aqui e o ciclo da água foi acontecendo aqui dentro mesmo. Já a água do terrário aberto saiu pela abertura e foi fazer parte do nosso ciclo da água, o que acontece há milhões de anos aqui fora, no nosso ambiente. (...) E as etapas do ciclo da água, quais aconteceram no terrário fechado. Olha, vou ler a resposta do 'Aluno 21' (...) ((professora faz a leitura da resposta do aluno e explica novamente as etapas do ciclo da água))</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

De forma semelhante à SD1, a *fase de discussão* permeou as demais fases. Nas fases de investigação e conclusão, os estudantes foram estimulados a **descrever, interpretar dados, e construir explicações**, evidenciando a subfase de comunicação. As respostas escritas também passaram por **avaliações** no final da fase de conclusão, configurando a subfase de reflexão.

Tendo em conta o objetivo da SD2, consideramos, com base nos dados, que a maioria dos alunos conseguiu reconhecer algumas etapas do ciclo da água nos terrários. Contudo, a dinâmica de escolher a condição do terrário (aberto ou

fechado) elevou o nível de complexidade da investigação e alguns alunos não conseguiram chegar a abstrações adequadas para responder aos problemas. Como o foco da SD era o estudo das etapas do ciclo da água, a observação de terrários fechados tornaria a investigação mais adequada ao objetivo da proposta didática.

De modo geral, a SD2 também possibilitou a mobilização de FPS, conforme evidenciamos ao longo das análises. O Quadro 48 sintetiza as FPS mais evidentes em cada fase do ciclo investigativo.

Quadro 48 - Síntese das FPS identificadas na SD2.

FASE DO CICLO INVESTIGATIVO	FPS EM MAIOR EVIDÊNCIA	INDÍCIOS
<i>ORIENTAÇÃO</i>	Memória	Relembrar as fases do ciclo da água.
	Emoções	Manifestação de interesse e ansiedade em responder às perguntas da professora.
	Linguagem científica	Emprego de termos científicos.
	Percepção	Analisar e discriminar as características das fases do ciclo da água.
	Pensamento	Apresentar generalizações dos conceitos. Analisar e sistematizar as fases do ciclo da água.
<i>CONCEITUALIZAÇÃO</i>	Linguagem científica	Expor argumentos, negociar explicações, criticar ideias de outros colegas.
	Imaginação	Construir hipóteses. Levantar questões. Prever situações que poderiam ocorrer se o terrário se mantivesse fechado ou aberto.
	Memória	Utilizar conhecimentos já apropriados para levantar novas questões.
	Percepção	Empregar experiências anteriores.
	Atenção	Concentrar-se em atender às solicitações da professora.
	Pensamento	Organizar o pensamento verbalmente.
<i>INVESTIGAÇÃO</i>	Emoção	Manifestação de empolgação para participar da construção da experiência. Interesse em apresentar a descrição de suas observações.
	Percepção	Uso dos sentidos para perceber os materiais da experiência. Observar dados. Comparar as experiências.
	Atenção	Prestar atenção às orientações da professora.

	Pensamento	Estabelecer comparações entre os terrários, o que também exigiu um trabalho de análise e síntese.
	Linguagem científica	Descrição de características, comunicar os dados encontrados.
<i>CONCLUSÃO</i>	Pensamento	Realizar análise (ao considerar as particularidades de cada terrário) e síntese (ao construir respostas com base na experimentação). Apresentar generalizações, simples ou complexas, dos conceitos em estudo.
	Linguagem científica	Construção de explicações. Elaborar respostas para os questionamentos baseadas em conhecimentos já propiciados. Complementar ou criticar ideias de outros colegas.
	Emoções	Interesse em comunicar ideias.
	Imaginação	Descrever como os fenômenos aconteceram nos dois terrários.
	Percepção	Estabelecer relações entre a sobrevivência das plantas e a evaporação da água. Resgatar experiências anteriores para elaborar respostas.
	Memória	Elaborar respostas com base em conhecimentos já propiciados
	Atenção	Concentrar-se para buscar na memória palavras para construir respostas.
<i>DISCUSSÃO</i>	Linguagem científica	Comunicar ideias, construir explicações a partir de solicitações da professora e avaliar as próprias explicações.
	Percepção	Observar, descrever e interpretar dados experimentais.
	Pensamento	Elaborar conclusões (síntese). Avaliar as próprias explicações (análise).
	Emoções	Interesse em expressar ideias.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Ao analisar o Quadro 48, percebemos que a mobilização das FPS esteve relacionada a algumas práticas características do EI, como argumentação, levantamento de questões e hipóteses, análise e interpretação de dados, construção de explicações, entre outras. Nesse processo estiveram em desenvolvimento movimentos e práticas epistêmicas, indicadores da alfabetização científica

(organização e classificação de informações, levantamento de hipóteses, explicação) e práticas dos domínios conceituais, epistêmicos e sociais da Ciência (emprego de termos científicos, trabalho com dados, comunicação de ideias, negociação de explicações, complementação e crítica a concepções de outros colegas). A professora, enquanto mediadora da aprendizagem, desempenhou papel fundamental, pois foi ela quem orientou a atenção dos alunos para os elementos necessários, levando-os a empregar operações racionais, estimulando suas emoções e direcionando a percepção sobre os fenômenos estudados.

4.2.2 Avaliação da Sequência Didática 2

A avaliação do grau de liberdade intelectual da SD2, com base nos pressupostos de Paiva (2015) e Carvalho (2018), apresentou resultados semelhantes à SD1, conforme o Quadro 49.

Quadro 49 - Liberdade intelectual das atividades da SD2.

A - ELEMENTOS DO CICLO INVESTIGATIVO	B - QUEM PARTICIPA?		C - NÍVEL DE LIBERDADE INTELLECTUAL DA ATIVIDADE
	Professor	Alunos	
QUESTIONAMENTO	X		III
ELABORAÇÃO DE HIPÓTESES		X	III
EXPLORAÇÃO/EXPERIMENTAÇÃO	X	X	III
INTERPRETAÇÃO DE DADOS	X	X	III
CONCLUSÃO	X	X	III
DISCUSSÃO	X	X	III
D - CLASSIFICAÇÃO GERAL DO GRAU DE LIBERDADE: 3			

Fonte: Própria pesquisadora.

Os elementos do ciclo investigativo (coluna A) foram classificados com o nível III de liberdade intelectual (coluna C) com base na participação dos alunos e da professora nas atividades (coluna B). A liberdade intelectual ao nível III, conforme Paiva (2015), indica que a investigação teve os contornos pré-definidos, mas a condução das atividades se deu, sobretudo, na interação professor-aluno. Também consideramos as atividades da SD2 compatíveis com o grau 3 de liberdade intelectual, pois, sob orientação da professora, os alunos tiveram participação ativa nas atividades. Apesar da avaliação semelhante, a SD2 apresentou um direcionamento maior em relação à SD1, pois tanto os conceitos em estudo quanto a metodologia de investigação foram mais complexos, demandando mais intervenções da professora.

Aprofundamos a avaliação da SD2 com a ferramenta DEEnCI de Cardoso e Scarpa (2018). Apesar das particularidades, também encontramos resultados semelhantes à SD1.

O elemento A1 do tema *Introdução à investigação* foi avaliado como presente, visto que a fase de orientação introduziu a turma no tema em estudo e permitiu a retomada de ideias sobre o ciclo da água (Quadro 50).

Quadro 50 - Avaliação da SD2 (Introdução à investigação).

A – INTRODUÇÃO À INVESTIGAÇÃO			
Elementos	Avaliação e comentários		
	P	A	NA
A1 O professor estimula o interesse dos alunos sobre um tópico de investigação	PRESENTE: O interesse dos alunos foi estimulado na fase de orientação, na qual foram retomados dados que deram suporte às etapas seguintes. Alguns alunos manifestaram interesse em participar das discussões, contribuindo com a organização e classificação dos dados (Episódios 8 e 9).		

Fonte: Resultados da pesquisa.

No tema *Apoio à investigação dos alunos*, avaliamos nove elementos como presentes (B1.1, B2.1, B2.2, B3.1, B3.2, B3.3, B4.1, B4.2 e B4.5) e quatro como ausentes (B1.2, B2.3, B4.3 e B4.4) (Quadro 51).

Quadro 51 - Avaliação da SD2 (Apoio à investigação dos alunos).

B – APOIO À INVESTIGAÇÃO DOS ALUNOS				
Elementos		Avaliação e comentários		
		P	A	NA
B1. Problema/Questão	B1.1 Há a definição de problema e/ ou questão de investigação	PRESENTE: Na fase de conceitualização houve a delimitação de problemas relacionados à manutenção dos terrários. O problema central foi proposto ao final do Episódio 10.		
	B1.2 O professor envolve os alunos na definição do problema e/ ou questão de investigação	AUSENTE: O problema foi proposto pela professora e já estava pré-estabelecido.		
B2. Hipótese/Previsão	B2.1 Há a definição de hipótese e/ou previsão para a investigação	PRESENTE: Na fase de conceitualização os estudantes elaboraram hipóteses para as questões propostas (Episódio 10).		
	B2.2 O professor envolve os alunos na definição de hipótese e/ou previsão	PRESENTE: A elaboração e hipóteses se deu a partir da interação entre a professora e os alunos (Episódio 10).		
	B2.3 O professor envolve os alunos na justificação da hipótese e/ ou previsão definida	AUSENTE: A professora busca justificativas para as hipóteses elaboradas quanto à condição de manutenção dos terrários (abertos ou fechados). Mas não para a hipótese elaborada ao problema central da investigação.		
B3. Planejamento	B3.1 Há a definição de procedimentos de investigação.	PRESENTE: Os procedimentos e os materiais para a investigação foram definidos e planejados nas fases de conceitualização e investigação.		
	B3.2 O professor envolve os alunos na definição dos procedimentos de investigação	PRESENTE: Apesar de os materiais para a investigação estarem pré-estabelecidos, a professora envolveu os alunos no planejamento da investigação quando permitiu que os grupos escolhessem manter os terrários abertos ou fechados.		
	B3.3 Os procedimentos de investigação definidos são apropriados ao problema e/ou questão	PRESENTE: Os procedimentos estabelecidos permitiram que os estudantes evidenciassem algumas etapas do ciclo da água dentro de um terrário, embora a presença de terrários abertos tenha confundido alguns alunos.		
	B4.1 Há a coleta de dados durante a investigação.	PRESENTE: Os estudantes se veem diante de dados durante a fase de investigação (Episódio 11).		

B4. Coleta de dados	B4.2 O professor envolve os alunos na coleta dados	PRESENTE: A professora incentiva os alunos a observarem os dados dos experimentos (Episódios 11 e 12).
	B4.3 O professor ajuda os alunos a manter notas e registros durante a coleta de dados	AUSENTE: Não houve orientação para que os estudantes sistematizassem, de forma escrita, os dados coletados.
	B4.4 O professor encoraja os alunos a checar os dados	AUSENTE: Apesar de a professora incentivar a comparação dos dados obtidos entre os grupos, não foram adotados procedimentos mais sistematizados de checagem de dados.
	B4.5 Os dados coletados permitem o teste da hipótese e/ou previsão	PRESENTE: Os dados obtidos foram favoráveis para a verificação das hipóteses, pois foi possível verificar o que ocorreu com a água dos terrários abertos ou fechados (Episódios 11 e 12).

Fonte: Resultados da pesquisa.

Em relação aos itens avaliados como ausentes, temos considerações semelhantes às da SD1. Com exceção do elemento B1.2 (O professor envolve os alunos na definição do problema e/ ou questão de investigação), os elementos B2.3 (O professor envolve os alunos na justificção da hipótese e/ ou previsão definida), B4.3 (O professor ajuda os alunos a manter notas e registros durante a coleta de dados) e B4.4 (O professor encoraja os alunos a checar os dados) poderiam estar presentes e, provavelmente, potencializariam os resultados da SD2, pois os alunos teriam ainda mais oportunidades de mobilizar FPS.

Também é pertinente tecer considerações quanto aos elementos B1.1 (Há a definição de problema e/ ou questão de investigação), B3.2 (O professor envolve os alunos na definição dos procedimentos de investigação) e B3.3 (Os procedimentos de investigação definidos são apropriados ao problema e/ou questão), avaliados como presentes. Apesar de haver a definição de um problema de investigação (elemento B1.1), ele acabou sendo ofuscado pelas discussões sobre manter o terrário aberto ou fechado na fase de conceitualização. O problema ganhou mais evidência nas fases de investigação e conclusão. Ressalta-se que a participação dos estudantes na definição dos procedimentos de investigação (elemento B3.2) foi significativa e permitiu a mobilização de FPS, no entanto, considerando a

complexidade do objetivo da SD2, a opção por trabalhar apenas com terrários fechados tornaria a investigação mais adequada ao nível de desenvolvimento cognitivo da turma. Embora os procedimentos de investigação tenham permitido que os alunos, de modo geral, evidenciassem algumas etapas do ciclo da água (elemento B3.3), a presença de, apenas, terrários fechados facilitaria o processo de construção de explicações.

No tema *Guia as análises e conclusões*, avaliamos cinco elementos como presentes (C1, C2, C3, C4, C6) e dois como ausentes (C5 e C7) (Quadro 52).

Quadro 52 - Avaliação da SD2 (Guia as análises e conclusões).

C – GUIA AS ANÁLISES E CONCLUSÕES			
Elementos	Avaliação e comentários		
	P	A	NA
C1 O professor encoraja os alunos a analisar os dados coletados	PRESENTE: Houve incentivos para que os alunos realizassem análises e comparações dos dados encontrados (Episódios 11 e 12).		
C2 O professor encoraja os alunos a elaborar conclusões	PRESENTE: Os alunos foram estimulados a elaborar conclusões para responder ao problema na fase de conclusão (Episódios 11 e 12).		
C3 O professor encoraja os alunos a justificar as suas conclusões com base em conhecimentos científicos	PRESENTE: Ao avaliar as ideias dos estudantes, a professora incentivava, mesmo que de forma implícita, o uso de conhecimentos científicos propiciados ao longo da SD. O uso dos conhecimentos fornecidos ficou evidente nas explicações de vários alunos (Episódio 11, 12 e Quadro 43).		
C4 O professor encoraja os alunos a verificar se as suas conclusões estão consistentes com os resultados	PRESENTE: As conclusões foram construídas mediante observação, análise do experimento, discussões e reelaborações (Episódios 11, 12 e 13).		
C5 O professor encoraja os alunos a comparar as suas conclusões com a hipótese e/ou previsão	AUSENTE: Embora a professora tenha retomado as principais hipóteses na fase de investigação, não há incentivos diretos para fomentar comparações entre hipóteses e conclusões.		
C6 O professor encoraja os alunos a considerar as suas conclusões em relação ao problema e/ou questão de investigação	PRESENTE: Nas fases de investigação e conclusão houve a retomada do problema em vários momentos, o que possibilitou articulações entre as conclusões construídas e o problema de investigação (Episódio 11 e 12), apesar de o elemento C5 não se consolidar.		

C7 O professor encoraja os alunos a refletir sobre a investigação como um todo	AUSENTE: Não houve um momento para reflexão da investigação como um todo.
---------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------

Fonte: Resultados da pesquisa.

Assim como na SD1, os elementos C5 (O professor encoraja os alunos a comparar as suas conclusões com a hipótese e/ou previsão) e C7 (O professor encoraja os alunos a refletir sobre a investigação como um todo) poderiam propiciar mais oportunidades para a mobilização de FPS. Destacamos também que o processo de construção de explicações para o problema foi mais complexo em relação à SD1, pois haviam mais variáveis envolvidas no fenômeno em estudo.

Quanto ao *Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo*, também encontramos indícios de todos os elementos (Quadro 53), assim como na SD1.

Quadro 53 - Avaliação da SD2 (Incentivo à comunicação e ao trabalho em grupo).

D – INCENTIVO À COMUNICAÇÃO E AO TRABALHO EM GRUPO			
Elementos	Avaliação e comentários		
	P	A	NA
D1 O professor encoraja os alunos a trabalhar de forma colaborativa em grupo	PRESENTE: Os alunos foram organizados em grupos para desenvolver as atividades, e a professora também auxiliou a divisão de tarefas entre os membros dos grupos.		
D2 O professor encoraja os alunos a relatar o seu trabalho	PRESENTE: Ao longo das fases do ciclo investigativo, a professora estimulava os alunos a comunicar ideias a todos da turma.		
D3 O professor encoraja os alunos a se posicionar frente aos relatos dos colegas sobre a investigação	PRESENTE: A professora incentivou os alunos a apresentarem diferentes respostas aos questionamentos (Episódios 9, 10 e 11).		

Fonte: Resultados da pesquisa.

O tema *Estágios futuros à investigação* não foi consolidado (Quadro 54), pois os alunos não tiveram oportunidade de aplicar os conhecimentos propiciados na SD2 em novas situações. A SD foi desenvolvida em dezembro de 2019 e isso dificultou o planejamento de propostas para ampliação do grau de generalização dos

conceitos relacionados ao ciclo da água no mesmo ano letivo. Salientamos que a professora pesquisadora reconheceu a necessidade de continuar a desenvolver o tema, dado que os alunos estavam no início de sua aprendizagem. O tema poderia ser trabalhado novamente no ano letivo seguinte à aplicação da pesquisa, em 2020, pois se encontra no currículo do 5º ano do EF. No entanto, as restrições provenientes da pandemia da COVID-19 impediram que qualquer conteúdo fosse desenvolvido da maneira que gostaríamos.

Quadro 54 - Avaliação da SD1 (Estágios futuros à investigação).

E – ESTÁGIOS FUTUROS À INVESTIGAÇÃO			
Elementos	Avaliação e comentários		
	P	A	NA
E1 O professor encoraja os alunos a aplicar o conhecimento adquirido em novas situações	AUSENTE: O tema de investigação não foi aplicado em novas situações de aprendizagem.		
E2 O professor encoraja os alunos a identificar ou elaborar mais problemas e/ou questões a partir da investigação	AUSENTE: Não foi dada autonomia para que os estudantes sugerissem novos temas de investigação a partir da SD2.		

Fonte: Resultados da pesquisa.

Com a ferramenta DEEnCI encontramos dezoito elementos do EI, conforme exposto nos Quadros 50, 51, 52, 53 e 54. Dessa forma, a SD2 também apresenta características compatíveis com o EI. No entanto, são necessárias adequações em alguns elementos, como o problema e os procedimentos de investigação, para que o objetivo da proposta fique mais claro e os estudantes tenham menos dificuldades em construir suas explicações.

Mesmo com as limitações identificadas, as atividades da SD2 possibilitaram a mobilização de FPS. O fato de os estudantes terem voz para expressar suas concepções foi determinante para a mobilização de FPS e para o desenvolvimento de práticas que se aproximam da cultura científica. Entendemos que os alunos não mobilizaram as formas mais evoluídas dessas funções e práticas, pois tanto o desenvolvimento cognitivo quanto o engajamento dos estudantes em práticas dos domínios epistêmico e social da Ciência são processos complexos e em constante

construção, mas abriram possibilidades para que tais processos se tornem mais elaborados em estágios futuros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As situações de aprendizagem propiciadas no contexto escolar são fundamentais para o desenvolvimento cognitivo, visto que colocam em movimento processos psicológicos complexos, diferentes dos que são vivenciados no cotidiano. A intencionalidade pedagógica, direcionada para a aquisição de conceitos científicos, favorece o desenvolvimento de formas cada vez mais elaboradas de atenção, memória, abstração, síntese, comparação, dentre outras funções. Nesse contexto, o aprendizado escolar desempenha um papel decisivo no desenvolvimento de FPS culturalmente estruturadas (SILVA, 2013), desde que esteja adequadamente organizado (VIGOTSKI, 2007).

O desenvolvimento das FPS é condicionado pela apropriação dos signos culturais (MARTINS, L., 2011), mediados na vida coletiva. Por isso, as interações sociais estabelecidas em sala de aula têm grande importância: são nelas que as manifestações interpessoais de FPS ocorrem. No entanto, não são quaisquer situações de aprendizagem que propiciam as melhores condições para o desenvolvimento de formas superiores de cognição (MARTINS, L., 2011), pois, conforme Vygotsky (1996), as funções psicológicas só se desenvolvem no exercício de atividades que as promovam e as requeiram. Dessa forma, torna-se necessário refletir sobre a qualidade dos instrumentos de mediação que propiciamos nos processos de ensino e aprendizagem.

É nessa perspectiva que julgamos o EI como uma abordagem adequada para favorecer a mobilização de comportamentos complexos culturalmente formados, dado que essa perspectiva de ensino favorece interações sociais, nas quais os alunos têm participação ativa no processo de ensino e aprendizagem. Essa abordagem didática também abre possibilidades para o estudo de aspectos epistêmicos e sociais relacionados à constituição dos conceitos científicos, elevando, dessa forma, a complexidade das operações intelectuais exigidas na aprendizagem à medida que propicia aproximações com a cultura científica.

Para sistematizar e fundamentar essas ideias, desenvolvemos esta tese que teve o objetivo de investigar as FPS mobilizadas em atividades baseadas no EI. Para tal, analisamos interações discursivas estabelecidas durante sequências didáticas desenvolvidas com alunos do 4º ano do Ensino Fundamental, estruturadas

conforme as fases do ciclo investigativo de Pedaste *et al.* (2015). Nessas interações, buscamos indícios de mobilização de FPS e, para relacionar a mobilização dessas funções ao EI, avaliamos o grau de liberdade intelectual das atividades propostas, bem como a presença de elementos característicos do EI.

Na análise dos dados, encontramos em todas as fases do ciclo investigativo indícios de mobilização de FPS pelos alunos, como pensamento, linguagem, percepção, emoções, atenção, memória, imaginação e abstração. Tal mobilização se deu a partir de alguns propósitos pedagógicos, manifestados por movimentos epistêmicos de elaboração, reelaboração, confirmação, compreensão e síntese. Consideramos que esses movimentos propiciaram a introdução dos alunos em práticas argumentativas, nas quais verificamos indícios de práticas epistêmicas relacionadas às instâncias sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento, como configuração de hipótese, construção e ordenação de dados, negociação de explicações, críticas a outras declarações, uso de conceitos para interpretar dados e conclusão. Entendemos a manifestação dessas práticas como indícios de mobilização de linguagem científica, a qual se configurou como base para a mobilização das demais funções psicológicas identificadas.

A avaliação das SDs, com base no grau de liberdade intelectual conferido aos alunos e nos elementos que caracterizam o EI, permitiu-nos inferir que as atividades propostas são compatíveis com um EI, embora sejam necessárias adequações no planejamento e na condução de algumas atividades para que, em aplicações futuras, o processo de mobilização de FPS e de aproximações com práticas da cultura científica se potencialize. Mesmo com as limitações identificadas, consideramos que as atividades garantiram maior liberdade intelectual aos alunos e propiciaram a iniciação em ideias e práticas da comunidade científica. Além disso, os conhecimentos proporcionados foram importantes para ampliar o sistema de experiências culturais das crianças, abrindo possibilidades para que as FPS mobilizadas se tornem cada vez mais elaboradas em estágios futuros.

Também consideramos que as operações cognitivas mobilizadas não ficarão restritas à disciplina de Ciências, pois Vigotski considera que “as diferentes matérias do ensino escolar interagem no processo de desenvolvimento da criança” (VIGOTSKI, 2009, p. 324) e que “o desenvolvimento intelectual da criança não é distribuído nem realizado pelo sistema de matérias” (VIGOTSKI, 2009, p. 324), pois

as FPS apresentam uma base comum, a tomada de consciência e apreensão, em diferentes matérias escolares. Essa base psicológica da aprendizagem “assegura a possibilidade de influência de uma disciplina sobre a outra” (VIGOTSKI, 2009, p. 325), por isso, acreditamos que os processos cognitivos envolvidos nos conhecimentos propiciados nas SDs poderão ser transferidos para outros campos de conhecimentos escolares.

Devemos ressaltar a importância da mediação da professora nos processos de ensino e aprendizagem empreendidos. Enquanto autoridade epistêmica e parceira social mais experiente, foi ela quem orientou a atenção dos alunos aos elementos necessários para resolver as tarefas, levando-os a empregar operações racionais, como comparar, classificar, abstrair, estimulando emoções e direcionando a percepção da turma sobre os fenômenos estudados. Sozinhos, dificilmente os alunos conseguiriam mobilizar tantas atividades mentais. Assim, a mediação da professora foi fundamental para que os alunos se desenvolvessem dentro de suas zonas de possibilidades. Conforme Fontana (1996, p. 30), é a intenção de o professor em fazer o aluno aprender, induzindo-o a utilizar operações intelectuais, “[...] que faz da educação escolarizada o lugar próprio da psicologia, ou seja, um lugar de aprendizagem e de gênese de funções psicológicas”.

Também devemos conferir importância ao EI, pois esse fundamentou as ações de mediação da professora. O EI se configurou como o instrumento didático, pelo qual foi possível organizar a aprendizagem, iniciar os alunos nas formas científicas de conhecer e analisar as funções cognitivas envolvidas nesse processo. O EI é uma abordagem didática que possibilita o trabalho coletivo, a conferência de liberdade intelectual aos alunos, a comunicação de ideias, a articulação entre saberes da Ciência e sobre Ciência e a alfabetização científica. Tais características, junto aos resultados obtidos nesta tese, permitem-nos afirmar que o EI é uma abordagem que potencializa a mobilização de FPS, favorecendo aprendizagens mais significativas e o desenvolvimento da cognição.

Por fim, consideramos que nossa tentativa de implementar o EI em sala de aula, buscando identificar as operações cognitivas mobilizadas pelos alunos nesse processo, também se constituiu como um processo de autoformação, no qual refletimos sobre os desafios do cotidiano escolar, a complexidade do processo de ensino e aprendizagem, e a importância de uma formação continuada que propicie,

de fato, a práxis docente. Entendemos que as necessárias aproximações entre cultura escolar e cultura científica no ensino de Ciências dependem de estudos contínuos por parte dos professores da Educação Básica, o que, muitas vezes, não se consolida pela falta de incentivos e condições desgastantes de trabalho. Apesar das adversidades, repensar o ensino de Ciências é sempre necessário, ainda mais na atualidade, momento em que se tem colocado em dúvida a produção científica que explica a ocorrência dos fenômenos da natureza e da vida.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.; SASSERON, L. H. As ideias balizadoras necessárias ao professor ao planejar e avaliar a aplicação de uma sequência de ensino investigativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v. extra, p. 1188–1192, 2013. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307073>. Acesso em: 14 mai. 2021.

ANDRADE, G. T. B. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 121-138, jan./abr. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/3fLRqjTGpX7TVDNfXvVMnrq/?lang=pt>. Acesso em: 28 dez. 2019.

ANDRÉ, M. E. D. A. Texto, contexto e significados: algumas questões na análise de dados qualitativos. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 45, p. 66-71, 1983. Disponível em: <http://publicacoes.fcc.org.br//index.php/cp/article/view/1491>. Acesso em: 15 dez. 2018.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. *In*: CARVALHO, A. M. P. (Org). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2016. cap. 2, p. 19-33.

BACCI, D. C.; PATACA, E. M. Educação para água. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 211-226, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a14.pdf>. Acesso em: 23 out. 2019.

BANCHI, H.; BELL, R. The many levels of inquiry. **Science and Children**, v.46, n.2, p.26-9, 2008. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/94da97e9a5090eb024c13b92001ec534/1?pq-origsite=gscholar&cbl=41736>. Acesso em: 17 mai. 2021.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/Mt8mZzjQcXTtK6bxR9Sw4Zg/?lang=pt>. Acesso em: 22 dez. 2019.

BASTOS, L. S.; ALVES, M. P. As influências de Vygotsky e Luria à neurociência contemporânea e à compreensão do processo de aprendizagem. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 05, n. 10, p. 41-53, 2013. Disponível em: <http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/praxis/article/view/580>. Acesso em: 01 dez. 2020.

BATISTA, R. F. M.; SILVA, C. C. A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 97-110, 2018. Disponível

em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/7ZbhwnLJDXrwrN7n98DBcLB/?lang=pt>. Acesso em: 22 dez. 2019.

BELLUCCO, A.; CARVALHO, A. M. P. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 31, n. 1, p. 30-59, abr. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2014v31n1p30>. Acesso em: 01 jun. 2021.

BERNARDES, M. E. M.; ASBAHR, F. F. S. Atividade pedagógica e o desenvolvimento das funções psicológicas superiores. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 25, n. 02, p. 315-342, jul./dez. 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/view/1791>. Acesso em: 17 abr. 2018.

BLAGONADEZHINA, L. V. Las emociones y los sentimientos. In: SMIRNOV, A. A.; LEONTIEV, A. N.; RUBINSHTEIN, S. L.; TIEPLOV, B. M. **Psicologia**. México: Grijalbo, p. 355-382, 1978.

BONDEZAN, A. N.; PALANGANA, I., C. A função da educação escolar no desenvolvimento da percepção e da atenção do aluno. **Comunicações**, Piracicaba, ano 16, n. 1, p. 55-73, jan./jun. 2009. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-unimep/index.php/comunicacoes/article/view/91>. Acesso em: 15 jul. 2018.

BORDA CARULLA, S. **Tools for Enhancing Inquiry in Science Education**. Montrouge, France: Fibonacci Project, 2012.

BOSSLER, A. P.; BAPTISTA, M.; FREIRE, A. M. V.; NASCIMENTO, S. S. O estudo das vozes de alunos quando estão envolvidos em atividades de investigação em aulas de física. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 11, n. 2, p. 354-372, jul./dez. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/bgZgLtHjPjVBbDrLFzBx49h/?lang=pt>. Acesso em: 01 jun. 2021.

BRAGA, M. B. P. **Proposta metodológica experimental demonstrativa por investigação**: contribuições para o ensino da física na termologia. 2010. 159 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, AM, 2010.

BRANCO, M. L. F. R. A educação progressiva na atualidade: o legado de John Dewey. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 40, n. 3, p.783-798, jul./set. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/zzzKmVzSksPgLzJzkNYMfKx/?lang=pt>. Acesso em: 22 mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 22 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 03 mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC /SEF, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução Nº 3, de 21 de novembro de 2018**. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília: MEC/SEB. 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia//asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51281622. Acesso em: 03mar. 2021.

BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C. Ensino de Ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 18, n. 1, p. 123-146, jan./abr. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/mhnc5kG5WVLGNZMsBwwVbBJ/?lang=pt>. Acesso em: 15 jan. 2018.

BYBEE, R. W. **Reforming Science Education**: social perspectives and personal reflections. New York: Teachers College Press, 1993. 197 p.

CAMPO GRANDE. Secretaria Municipal de Educação. **Educação Integral**: uma experiência da Rede Municipal de Ensino de Campo Grande-MS. Campo Grande/MS: SEMED, 2011. 89 p.

CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P. Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 171-189, 2000. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/592/383>. Acesso em 05 jun. 2021.

CARDOSO, M. J. C.; SCARPA, D. L. Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI): Uma Ferramenta de Análise de Propostas de Ensino Investigativas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 1025–1059, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4788>. Acesso em: 12 abr. 2021.

CARVALHO, N. P. A. **Horta Escolar**: contribuições da interdisciplinaridade e de atividades investigativas para a alfabetização científica. 2016. 164 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências e Matemática) – Programa de pós-graduação em Educação para Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí, GO, 2016.

CARVALHO, A. M. P. Las practicas experimentales en el proceso de enculturación científica. *In*: GATICA, M. Q.; ADÚRIZ-BRAVO, A. (Ed.). **Enseñar ciencias en el Nuevo milenio**: retos y propuestas. Santiago: Universidade do Chile, 2006.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In*: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2017. cap. 1, p. 1-20.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 03, p. 765-794, dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 13 jan. 2020.

CASSANDRE, M. P.; GODOI, C. K. Metodologias intervencionistas da teoria da atividade histórico-cultural: abrindo possibilidades para os estudos organizacionais. **Revista Gestão Organizacional**, Chapecó, v. 6, n. 3, p. 11-23, 2013. Disponível em: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rgo/article/view/1510>. Acesso em: 23 mai. 2021.

CASSANDRE, M. P.; PEREIRA-QUEIROL, M. A. O percurso dos princípios teórico-metodológicos vygotskyanos: um olhar sobre o CRADLE. **Farol – Revista de Estudos Organizacionais e Sociedade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p. 528-593, dez. 2014. Disponível em: <https://revistas.face.ufmg.br/index.php/farol/article/view/2533>. Acesso em: 23 mai. 2021.

COSTA, A. ‘**Olha só que legal o que eu fiz com as ideias das pessoas que me ajudaram!**’ Atividade mediadora e o desenvolvimento das funções psicológicas superiores de crianças em idade escolar à luz da Teoria Histórico-Cultural. 2018. 419 f. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2018.

COURA, M. I. M. **Atuação do PIBID Ciências em uma sequência didática investigativa sobre Alquimia**. 2016. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2016.

CRUZ, A. B. **Produção de vídeos documentários como atividade investigativa no ensino de ciências**: uma possibilidade para o desenvolvimento dos perfis conceituais numa aprendizagem colaborativa. 2015. 100 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, 2015.

DAMIANI, M. F.; ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F.; DARIZ, M. R.; PINHEIRO, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, Pelotas, n. 45, n.p. 57-67, mai./ago. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/3822>. Acesso em: 22 mai. 2021.

DEBOER, G. E. Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools *In: FLICK, L. D.; LEDERMAN, N. G. (Ed.). Scientific Inquiry and Nature of Science*, Netherland, NED, Springer, p.17 -35, 2006.

DIAS, M. S. L.; KAFROUNI, R.; BALTAZAR, C. S.; STOCKI, J. A formação dos conceitos em Vigotski: replicando um experimento. **Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 493-500, set./dez. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pee/a/pXQrsjJKm4TH3hBH9MBVtQP/?lang=pt>. Acesso em: 23 mai. 2021.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, n. 09, p. 31-40, mai. 1999. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf>. Acesso em 14 jul. 2021.

DUARTE, N. A Escola de Vigotski e a educação escolar: algumas hipóteses para uma leitura pedagógica da psicologia histórico-cultural. **Psicologia USP**, São Paulo, v.7, n.1/2, p.17-50, 1996. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/psicousp/article/view/34531>. Acesso em: 22 mar. 2021.

DUARTE, N. **Educação escolar, teoria do cotidiano e a escola de Vigotski**. 3. ed. Campinas: Autores Associados, 2001.

DUSCHL, R. Science education in three-part harmony: balancing conceptual, epistemic and social goals. **Review of Research in Education**, Thousand Oaks, v. 32, n. 1, p. 268-291, 2008. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3102/0091732X07309371?journalCode=rrea>. Acesso em: 24 mai. 2021.

FAVARETTO, N.; DIECKOW, J. Conservação dos recursos naturais solo e água. *In: LIMA, V. C.; LIMA, M. R.; MELO, V. F. O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2007. cap. 10, p. 111-126.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 19, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/PjgmrQLfDWSXLf7b9BRPP4x/?lang=pt>. Acesso em: 18 jan. 2018.

FONTANA, R. A. C. **Mediação pedagógica na sala de aula**. 2. ed. Campinas: Autores Associados, 1996.

FONTANA, R.; CRUZ, M. N. **Psicologia e trabalho pedagógico**. São Paulo: Atual, 1997.

FRANCO, L. G. (Org.). **Ensinando Biologia por investigação: propostas para inovar a ciência na escola**. São Paulo: Na Raiz, 2021.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: Um olhar da área de Ciências da Natureza. **Horizontes**, Itatiba, v. 36, n. 1, p. 158-171, abr. 2018. Disponível em: <https://revistahorizontes.usf.edu.br/horizontes/article/view/582>. Acesso em: 03 mar. 2021.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. O Ensino de Ciências por Investigação em Construção: Possibilidades de Articulações entre os Domínios Conceitual, Epistêmico e Social do Conhecimento Científico em Sala de Aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 20, p. 687-719, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/19262>. Acesso em: 28 fev. 2021.

GOBBI, L. H. **Teoria da Relatividade Restrita**: uma sequência didática investigativa, com a utilização de uma ferramenta computacional como facilitadora do processo de ensino/aprendizagem da contração espacial de Lorentz. 2016. 122 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2016.

GÓES, M. C. R. A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: Uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. **Cadernos CEDES**, Campinas, n. 50, p. 21-29, 2000. Disponível em: http://www.paulorosa.docente.ufms.br/metodologia/Textos/Goes_Analise_microgenetica.pdf. Acesso em: 16 jul. 2020.

GOUW, A. M. S.; FRANZOLIN, F.; FEJES, M. E. Desafios enfrentados por professores na implementação de atividades investigativas nas aulas de ciências. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 19, n. 2, p. 439-454, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/pvP4GF6CtjxCxJmHkfps9wx/?lang=pt>. Acesso em: 09 jan. 2019.

IGNATIEV, E. I. La imaginación. *In*: SMIRNOV, A. A.; LEONTIEV, A. N.; RUBINSHTEIN, S. L.; TIEPLOV, B. M. **Psicologia**. México: Grijalbo, p. 308-340, 1978.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; MORTIMER, R. F.; SILVA, A.C. T.; DÍAZ, J. B. Epistemic Practices: an Analytical Framework for Science Classrooms. *In*: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION, 2008, New York. **Anais** [...]. New York: AERA, 2008.

KELLY, G. J. Inquiry, Activity, and Epistemic Practices. *In*: INQUIRY CONFERENCE ON DEVELOPING A CONSENSUS RESEARCH AGENDA, 2005, New Brunswick. **Anais** [...]. New Brunswick: Rutgers University, 2005.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU/EDUSP, 1987.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/spp/a/y6BkX9fCmQFDNnj5mtFgzyF/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 15 jul. 2020.

LEGETT, N. Early Childhood Creativity: Challenging Educators in Their Role to Intentionally Develop Creative Thinking in Children. **Early Childhood Education Journal**, v. 45, n. 6, p. 845-853, nov. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10643-016-0836-4>. Acesso em 04 set. 2021.

LEITÃO, S. O lugar da argumentação na construção do conhecimento. *In*: LEITÃO, S.; DAMIANOVIC, M. C. (Org.). **Argumentação na escola**: O conhecimento em construção. Campinas: Pontes Editores, 2011. p. 13-46.

LEMKE, J. L. **Talking science**: Language, Learning, and Values. Norwood: Ablex Publishing, 1990.

LESSA, P. V. **O processo de escolarização e a constituição das funções psicológicas superiores**: subsídios para uma proposta de avaliação psicológica. 2014. 622 f. Tese (Doutorado em Psicologia) – Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2014.

LIMA, V. C.; LIMA, M. R. Formação do solo. *In*: LIMA, V. C.; LIMA, M. R.; MELO, V. F. **O solo no meio ambiente**: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2007. cap. 01, p. 01-10.

LORENZONI, M. B.; RECENA, M. C. P. Contextualização do ensino de termoquímica por meio de uma sequência didática baseada no cenário regional “queimadas” com experimentos investigativos. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá v. 12, n. 1, p. 40-65, abr. 2017. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/595>. Acesso em: 01 jun. 2021.

LUCCI, M. A. A proposta de Vygotsky: a psicologia sóciohistórica. **Profesorado. Revista de curriculum y formación del profesorado**, v.10, n. 2, p. 1-11, 2006. Disponível em: <http://www.ugr.es/~recfpro/rev102COL2port.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2020.

LURIA, A. R. **Curso de psicologia geral**. 2 ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1991. 2 v.

LURIA, A. R. **A Construção da Mente**. São Paulo: Ícone, 1992.

MARTINS, L. M. **O desenvolvimento do psiquismo e a educação escolar**: contribuições à luz da psicologia histórico cultural e da pedagogia histórico-crítica. 2011. 250 f. Tese (Concurso Público de Livre-Docente em Psicologia da Educação)

– Departamento de Psicologia da Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP, 2011.

MARTINS, R. A. Introdução: A história das ciências e seus usos na educação. *In*: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. xvii-xxx.

MARX, K. O método da economia política. *In*: MARX, K. **Contribuição à Crítica da Economia Política**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1983, p. 218-226.

MAXIMO, M.; SOARES, V. Colher de pau vs. colher de metal: potencialidades de uma atividade investigativa para a aprendizagem do conceito de temperatura. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. extra, p. 2238-2243, 2013. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/307819/397798>. Acesso em: 01 jun. 2021.

MENCHINSKAIN, N. A.; SMIRNOV, A. A.; SHEMIAKIN, F. N. El pensamiento. *In*: SMIRNOV, A. A.; LEONTIEV, A. N.; RUBINSHTEIN, S. L.; TIEPLOV, B. M. **Psicologia**. México: Grijalbo, p. 232-275, 1978.

MIRANDA, M. S.; SUAR, R. C.; MARCONDES, M. E. R. Promovendo a alfabetização científica por meio de ensino investigativo no ensino médio de química: contribuições para a formação inicial docente. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17, n. 3, p. 555-583, set./dez. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/4wgM4NMbmCPXkbWBjHHpYsL/?lang=pt>. Acesso em: 01 jun. 2021.

MORI, N. N. R.; SANTOS, J. P. P.; SHIMAZAKI, E. M.; GOFFI, L. C. D.; AUADA, V. G. C. Jogos e brincadeiras no desenvolvimento da atenção e da memória em alunos com deficiência intelectual. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 12, n. 2, p. 551-569, maio/ago. 2017. Disponível em: <http://www.revistas2.uepg.br/index.php/praxiseducativa>. Acesso em: 17 jul. 2021.

MOTA, R. O. **O ensino de eletrostática em uma perspectiva investigativa**: analisando o processo de construção de conhecimento científico de estudantes do ensino médio do IFES campus Linhares. 2016. 132 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2016.

MOTTA, A. E. M.; MEDEIROS, M. D. F.; MOTOKANE, M. T. Práticas e Movimentos Epistêmicos na Análise dos Resultados de uma Atividade Prática Experimental Investigativa. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 337-359, nov. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2018v11n2p337>. Acesso em: 15 jun. 2021.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 115-137, nov. 2015. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/epec/a/xL8cWSV4frJyzqPfc35NgXn/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 15 jan. 2018.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p.89-111, jan./jun. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/ZfTN4WwscpKqvwZdxcsT84s/?lang=pt>. Acesso em: 02 jan. 2020.

NASCIMENTO, E. D. O.; SILVA, A. C. T.; FREIRE, F. A. Atividades investigativas e práticas epistêmicas no ensino de Ciências. **Scientia Plena**, v. 10, n. 4, p. 1-10, 2014. Disponível em: <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/1923>. Acesso em: 01 jun. 2021.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. M. Ensino de Ciências no Brasil: História, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-Line**, v. 10, n. 39, p. 225-249, set. 2010. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8639728>. Acesso em: 15 jul. 2020.

NUNES, M. N. C. **Memorizar-Imaginar-Criar**: Investigações sobre memória e ensino de Ciências nas séries iniciais. 2016. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, 2016.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky Aprendizado e Desenvolvimento**: Um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione, 1993.

OLIVEIRA, T; FREIRE, A.; CARVALHO, C.; AZEVEDO, M.; FREIRE, S. BAPTISTA, M. Compreendendo a aprendizagem da linguagem científica na formação de professores de ciências. **Educar**, Curitiba, n. 34, p. 19-33, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/mzCGsM5j6V8B89zMzjsJYHd/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 08 jun. 2021.

OLSON, S.; LOUCKS-HORSLEY, S. (Ed.). **Inquiry and the national science education standards**: a guide for teaching and learning. Washington: National Research Council, 2000.

PADILHA, A. M. L. Desenvolvimento Psíquico e Elaboração Conceitual por Alunos com Deficiência Intelectual na Educação Escolar. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Marília, v. 23, n. 1, p. 9-20, jan./mar. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbee/a/zFvqqr37NkbMgZNGMvRjv4S/?lang=pt>. Acesso em: 03 jun. 2011.

PAIVA, J. R. **Múltiplas Representações na Construção do Conhecimento Científico Escolar**. 2015. 260 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2015.

PEDASTE, M.; MÄEOTS, M.; SIIMAN, L. A.; JONG, T.; VAN RIESEN, S. A. N.; KAMP, E. T.; MANOLI, C. C.; ZACHARIA, Z. Z.; TSOURLIDAKI, E. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v.14, p.47-61, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X15000068>. Acesso em: 28 fev. 2021.

PEREIRA, M. M. **Memória mediada na aprendizagem de Física**: problematizando a afirmação “Não me lembro de nada das aulas do ano passado!”. 2014. 364f. Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2014.

PINHEIRO, S. N. S. **O jogo com regras explícitas pode ser um instrumento para o sucesso de estudantes com história de fracasso escolar?** 2014. 218f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2014.

PINHEIRO, S. N. S.; DAMIANI, M. F.; SILVA JR, B. S. O Jogo com Regras Explícitas Influencia o Desenvolvimento das Funções Psicológicas Superiores? **Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, v. 20, n. 02, p. 255-263, mai./ago., 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-85572016000200255&script=sci_abstract&lng=pt. Acesso em: 03 jan. 2020.

PINO, A. A Psicologia concreta de Vigotski: implicações para a educação. *In*: PLACCO, V. M. N. S. (org.). **Psicologia & educação**: revendo contribuições. São Paulo: Educ, 2000. p.33-62.

POPKEWITZ, T. S. **Reforma educacional**: uma política sociológica – poder e conhecimento em educação. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 294 p.

PRETI, D. (Org.). **O discurso oral culto**. 2. ed. São Paulo: Humanitas Publicações – FFLCH/USP, 1999.

RAMOS, F. Z; SILVA, L. H. A. **Contextualizando o Processo de Ensino-Aprendizagem de Botânica**. Curitiba: Prismas, 2013.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. O Ensino de Ciências por Investigação: reconstrução histórica. *In*: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 11., 2008, Curitiba, PR. **Anais** [...]. Curitiba: UTFPR, 2008, p. 01-12. Disponível em: <http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/artigo4.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2020.

ROSA, P. R. S. **Uma introdução à pesquisa qualitativa em Ensino de Ciências**. Campo Grande: Editora da UFMS, 2013.

RUBINSTEIN, S. L. **Princípios de Psicologia General**. México: Grijalbo, 1978.

SANTANA, E. M. **O uso do jogo autódromo alquímico como mediador da aprendizagem no ensino de química**. 2012. 172 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de

Biociências e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2012.

SANTOS, A. Teorias e Métodos Pedagógicos sob a Ótica do Pensamento Complexo. *In*: LIBÂNEO, J. C.; SANTOS, A. (Orgs.). **Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade**. Campinas: Alínea, 2005. cap. 02, p. 59-78.

SANTOS, F. G. E. **Quimovida**: um jogo didático para promover o desenvolvimento de funções psicológicas superiores abordando conhecimentos de química no contexto do ENEM. 2016. 121 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2016.

SANTOS, A. C. G. G.; DELGADO, J. S. D.; BORGES, K. C. A.; OLIVEIRA, C. F. R. C.; MACHADO, V. M. As contribuições do Ensino por Investigação na formação docente. *In*: IV Encontro Regional de Ensino de Biologia – Regional 1, 2019, Dourados, MS. **Anais[...]**. Dourados: UFGD, 2019, p. 226-231. Disponível em: http://eventos.idvn.com.br/eventos/erebioregional2019/arquivos/anais_erebio_2019_final.pdf. Acesso em: 21 out. 2020.

SANTOS, M. C. F. A noção de experiência em John Dewey, a educação progressiva e o currículo de ciências. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., 2011, São Paulo. **Atas[...]**. São Paulo: UNICAMP, 2011, p. 1-12.

SARTORI, F. S. **Desenvolvimento das funções psicológicas superiores de crianças em situações de interação**: um estudo exploratório em turmas de pré-escola. 2016. 158 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2016.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 04 jan. 2020.

SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 18, p. 1061-1085, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4833>. Acesso em: 04 mar. 2021.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. *In*: CARVALHO, A. M. P. (Org). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2017. cap. 3, p. 41-61.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo.

Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/445/263>. Acesso em: 13 out. 2017.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011a. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID254/v16_n1_a2011.pdf. Acesso em: 18 jan. 2018.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. A construção de argumentos em aulas de ciências: o papel dos dados, evidências e variáveis no estabelecimento de justificativas. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 20, n. 2, p. 393-410, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/RRBvqby7SKCcN6TQdjbPkw/?lang=pt>. Acesso em: 15 dez. 2017.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. A. Ações e indicadores da construção do argumento em aula de Ciências. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.15, n. 02, p. 169-189, mai./ago. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/wKdhNfDV76vwkjB9jR4ZfJg/?lang=pt>. Acesso em: 21 jun. 2021.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011b. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/CyDQN97T7XBKkMtNfrXMwbC/?lang=pt>. Acesso em: 15 dez. 2017.

SAVIANI, D. **A Pedagogia no Brasil: história e teoria**. Campinas: Autores Associados, 2008.

SCARPA, D. L. O papel da argumentação no ensino de Ciências: lições de um workshop. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, n. especial, p.15-30, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s02>. Acesso em: 10 jun. 2021.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/RKrKKvjY7MX7Q5DchtvN5N/?lang=pt>. Acesso em: 28 dez. 2019.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H. SILVA, M. B. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**, Recife, v. 23, n.1, p.7-27, jan./jun. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/topicoseducacionais/article/view/230486>. Acesso em 10 jun. 2021.

SILVA, A. C. T. Interações discursivas e práticas epistêmicas em salas de aula de ciências. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17, n. especial, p. 69-96, nov. 2015.

Disponível

em:<https://www.scielo.br/j/epec/a/LYjyn5m99rd3fxRxW3WcCZj/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em 15 jun. 2021.

SILVA, F. G.; DAVIS, C. Conceitos de Vigotski no Brasil: produção divulgada nos Cadernos de Pesquisa. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 34, n. 123, p. 633-661, set./dez. 2004. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cp/a/4cKhjcbZyGmJrggjFfVvCBw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 dez. 2020.

SILVA, L. H. A. A perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano: ideias para estudo e investigação do desenvolvimento dos processos cognitivos em ciências. *In*: GULLICH, R. I. C. (org.). **Didática das Ciências**. Curitiba: Prismas, 2013.

SILVA, M. B. Prefácio. *In*: FRANCO, L. G. (Org.). **Ensinando Biologia por investigação**: propostas para inovar a ciência na escola. São Paulo: Na Raiz, 2021. p. 5-10.

SMIRNOV, A. A.; GONOBOLIN, F. N. La atención. Sensaciones. *In*: SMIRNOV, A. A.; LEONTIEV, A. N.; RUBINSHTEIN, S. L.; TIEPLOV, B. M. **Psicología**. México: Grijalbo, p. 177-200, 1978.

SOAREZ, N.; TRIVELATO, S. F. Ensino de ciências por investigação – revisão e características de trabalhos publicados. **Atas de Ciências da Saúde**, São Paulo, v.7, p. 45-65, jan./dez. 2019. Disponível em:
<https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ACIS/article/view/1952>. Acesso em 30 mai. 2021.

SOKOLOV, E. N. Las Sensaciones. *In*: SMIRNOV, A. A.; LEONTIEV, A. N.; RUBINSHTEIN, S. L.; TIEPLOV, B. M. **Psicología**. México: Grijalbo, p. 95-143, 1978.

SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T.; O papel da problematização freireana em aulas de ciências/física: articulações entre a abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 21, n. 4, p. 911-930, 2015. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/G7RT7TN5Pdz58qNKG5WwRZk/?lang=pt>. Acesso em: 03 jun. 2021.

SOUZA, F. B.; MALDANER, O. A. A significação conceitual no início da escolarização das crianças. *In*: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL, 2012, Caxias do Sul. **Anais [...]**. Caxias do Sul: ANPED Sul, 2012.

SOUZA, R. F. As disputas pelo currículo e a renovação da escola primária nos estados unidos na transição do século 19 para o século 20. **História da Educação**, Porto Alegre, v. 20, n. 48, p. 35-53, jan./abr. 2016. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/heduc/a/rMZb4fCRfQDqQC34Yb8FBsK/?lang=pt>. Acesso em: 30 fev. 2021.

SOUZA, V, F. M. **A importância da pergunta na promoção da alfabetização científica dos alunos em aulas investigativas de física.** 2012. 151 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biologia, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2012.

TAVARES, M. L. **Argumentação em sala de biologia sobre a teoria sintética da evolução.** 2009. 337 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2009.

TOMIO, D.; SCHROEDER, E.; ADRIANO, G. A. C. A Análise Microgenética como método nas pesquisas em educação na abordagem histórico-cultural. **Revista Reflexão e Ação**, Santa Cruz do Sul, v. 25, n. 3, p. 28-48, set./dez. 2017. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/reflex/article/view/9525>. Acesso em: 14 out. 2020.

TONIDANDEL, S. M. R. **Superando obstáculos no ensino e na aprendizagem da evolução biológica:** o desenvolvimento da argumentação dos alunos no uso de dados como evidências da seleção natural numa sequência didática baseada em investigação. 2013. 360 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2013.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17, n. especial, p. 97-114, nov. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/VcyLdKDwhT4t6WdWJ8kV9Px/?lang=pt&format=pdf>. Acesso: 31 dez. 2017.

VYGOTSKY, L. S. **Obras Escogidas.** Academia de Ciencias Pedagógicas de la URSS, 1931. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/289941/mod_folder/content/.../Tomo%203.pdf. Acesso em: 20 fev. 2020.

VIGOTSKY, L. S. **Mind in Society:** The Development of Higher Psychological Processes. Cambridge: Harvard University Press, 1978.

VYGOTSKI, L. S. **A Formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R. **Estudos sobre a história do comportamento:** símios, homem primitivo e criança. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

VYGOTSKY, L. S. **Obras escogidas.** v. 4. Madri: Visor, 1996.

VIGOTSKI, L. S. **Psicologia Pedagógica.** Edição Comentada. Porto Alegre: Artmed, 2003.

VIGOTSKI, L. S. **A Formação Social da Mente**. 7 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VIGOTSKI, L. S. **Pensamento e linguagem**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

VIGOTSKI, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. 2. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.

VIGOTSKII, L. S. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. *In*: VIGOTSKII, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem**. 11 ed. São Paulo: Ícone, 2010. cap. 6, p. 103-117.

VINTURI, E. F.; VECCHI, R. O.; IGLESIAS, A.; LOPES, N. P. G. Sequências didáticas para a promoção da alfabetização científica: relato de experiência com alunos do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 9, n. 3, p. 11-25, dez. 2014. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID251/v9_n3_a2014.pdf. Acesso em: 01 jun. 2021.

VYGOTSKY, L. S. **Imaginação e criatividade na infância**. Lisboa: Dinalivro, 2012.

WESTRCH, J. V. A necessidade a ação na pesquisa sociocultural. *In*: WERSTCH, J. V.; DEL RÍO, P.; ALVAREZ, A. **Estudos sociais da mente**. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 56-71.

YOSHIOKA, M. H.; LIMA, M. R. Experimentoteca de solos: erosão eólica e hídrica do solo. **Projeto Solo na Escola**, Curitiba: Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR, 2005. Disponível em: <https://www.sbcs.org.br/wp-content/uploads/2012/09/experimentotecasolos5.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2019.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZHINKIN, N. J. El lenguaje. *In*: SMIRNOV, A. A.; LEONTIEV, A. N.; RUBINSHTEIN, S. L.; TIEPLOV, B. M. **Psicologia**. México: Grijalbo, p. 276-307, 1978.

ZÔMPERO, A. F.; FIGUEIREDO, H. R. S.; GARBIM, T. H. Atividades de investigação e a transferência de significados sobre o tema educação alimentar no ensino fundamental. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 3, p. 659-676, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/pMnWc6dBxqWFVxfPRBCHjGq/?lang=pt>. Acesso em: 01 jun. 2021.

ZÔMPERO, A. F.; GONÇALVES, C. E. S.; LABURÚ, C. E. Atividades de investigação na disciplina de Ciências e desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas a funções executivas. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 2, p. 419-436, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/NDvC9YL7bpKhhsHL3Fywtbc/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 18 jan. 2018.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 03, p. 67-80, set./dez. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/LQnxWqSrmzNsrRzHh3KJYbQ/?lang=pt>. Acesso: 22 dez. 2019.

ZULIANI, S. R. Q. A.; BOCANEGRA, C. H.; GAZOLA, R. J. C.; MARTINS, D. S.; MELLO, D. F. O experimento investigativo e representações de alunos de ensino médio: obstáculos epistemológicos em questão. **Educação: Teoria e Prática**, Rio Claro, v. 22, n. 40, mai./ago. 2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/107358>. Acesso em: 01 jun. 2021.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

O seu filho está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “Ensino por Investigação e Funções Psicológicas Superiores: articulações entre práticas da cultura científica e desenvolvimento cognitivo no Ensino Fundamental” desenvolvida pelas pesquisadoras Ana Caroline Gonçalves Gomes dos Santos e Vera de Mattos Machado.

Você como responsável por um dos alunos deverá decidir se autorizará a participação do mesmo nessa pesquisa. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo sobre qualquer dúvida que tiver.

A finalidade deste estudo é investigar as Funções Psicológicas Superiores que são mobilizadas e/ou desenvolvidas em atividades fundamentadas no Ensino por Investigação desenvolvidas com alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Para isso, os participantes desenvolverão práticas que se aproximam da cultura científica, se apropriação de conhecimentos científicos de grande importância para a compreensão de fenômenos da vida cotidiana e desenvolverão e/ou mobilização várias habilidades cognitivas, como a imaginação, o pensamento abstrato, a memória lógica, a capacidade de comparar e diferenciar, entre outras.

A pesquisa será desenvolvida ao longo do ano letivo de 2019, em aproximadamente dezesseis aulas de Ciências, sem prejudicar o desenvolvimento do conteúdo da disciplina, uma vez que os conhecimentos trabalhados estão no currículo proposto pela Secretaria Municipal de Educação. A participação dos alunos nessas dezesseis horas/aula consistirá em participar de aproximadamente oito sequências didáticas, nas quais serão propostas em cada uma delas atividades como: escrita de textos e/ou elaboração de desenhos sobre conteúdos científicos; resolução de questões científicas por meio de elaboração de hipóteses e planejamento de estratégias para tentar resolvê-las; leitura de textos, análises de imagens e vídeos didáticos relacionadas a conhecimentos científicos; e apresentação oral e/ou escrita sobre os conhecimentos adquiridos durante cada sequência didática.

Para obter os dados da pesquisa, as atividades realizadas pelos participantes de forma descritiva (escritas e desenhos) serão transcritas; já as interações estabelecidas entre os participantes e dos mesmos com a pesquisadora durante todas as atividades realizadas serão filmadas com um celular e gravadas com um gravador de áudio comum. Todos esses dados serão analisados a fim de investigar quais Funções Psicológicas Superiores se desenvolvem durante as sequências didáticas.

A participação na pesquisa apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades rotineiras como conversar, tomar banho, ler, etc. Entretanto, pode haver desconforto em relação à presença da câmera e gravadores de áudio nos primeiros dias de aplicação do estudo; além disso, o aluno pode se sentir desconfortável ao realizar atividades necessitam de argumentação oral ou escrita e, também, com o fato de a pesquisadora ser a professora, o que pode provocar receio ou sentimento de que a realização das atividades é obrigatória. Se o(s)

desconforto(s) persistir(em), o participante pode, a qualquer momento, sair do estudo, sem nenhum prejuízo.

Ressalta-se que a participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória e você tem plena autonomia para decidir se o aluno(a) irá ou não participar. Caso permita a participação do mesmo e, posteriormente, no decorrer da pesquisa mudar de opinião poderá solicitar à pesquisadora que retire e elimine os dados (atividades, diálogos) referentes ao participante.

Ressaltamos que não haverá nenhum prejuízo ao participante e ele não será penalizado de nenhuma maneira caso você decida não permitir a participação do mesmo e/ou se, posteriormente, decidir que o ele deverá sair da pesquisa. Além disso, em qualquer momento você poderá solicitar aos pesquisadores informações sobre participação do aluno e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste Termo.

Ademais, garantimos a confidencialidade e a privacidade das informações prestadas pelo participante. Assim, os dados de identificação do aluno serão omitidos na divulgação dos resultados da pesquisa, sendo garantido o sigilo dos nomes e imagens dos participantes. Além disso, os dados utilizados na escrita dos resultados (respostas, diálogos) serão armazenados em local seguro por cinco anos e após esse período serão destruídos.

Os resultados da pesquisa serão apresentados à direção da unidade escolar e expostos em banners na escola. Além disso, eles serão publicados em eventos em forma de artigo científico na área da Educação.

A participação do aluno nesta pesquisa não dá direito a qualquer espécie de remuneração. Caso não permita a participação do mesmo nessa pesquisa, informamos que ele não será proibido de participar de outros estudos. Ademais, ressaltamos que se o mesmo for autorizado a participar e não colaborar e/ou se recusar a cumprir os procedimentos previstos poderá ser convidado a sair deste estudo.

Você, como responsável pelo aluno, deverá assinar todas as páginas deste termo de consentimento. Ressaltamos que também ficará com uma via assinada deste documento.

Em caso de dúvidas, entre em contato com Ana Caroline G. Gomes dos Santos, telefone (67) 99225-8621, e-mail: anacarolineggsantos@gmail.com.

Para perguntas sobre os direitos do aluno como participante no estudo chame o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, no telefone (067) 3345-7187 e/ou e-mail: cepconeppropp@ufms.br.

Assinatura pais ou responsáveis: _____ Data _____

Assinaturadopesquisador: _____ Data _____

APÊNDICE B – TERMO DE ASSENTIMENTO (TA)

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa “Ensino por Investigação e Funções Psicológicas Superiores: articulações entre práticas da cultura científica e desenvolvimento cognitivo no Ensino Fundamental”.

Nessa pesquisa você irá realizar algumas atividades desenvolvidas por cientistas, aprender conhecimentos científicos de grande importância para o entendimento de situações do dia a dia e desenvolver várias habilidades, como a imaginação, o pensamento abstrato, a memória lógica, a capacidade de comparar e diferenciar, entre outras. A sua participação no estudo nos ajudará a entender como atividades investigativas podem desenvolver a mente dos estudantes.

A pesquisa ocorrerá em aproximadamente dezesseis aulas de Ciências distribuídas durante o ano de 2019. A sua participação nessas dezesseis horas consistirá em escrever textos e realizar desenhos sobre conhecimentos científicos; resolver questões científicas a partir da produção de hipóteses; ler textos, analisar imagens e vídeos relacionados a conhecimentos científicos; e apresentar os conhecimentos aprendidos falando ou escrevendo textos que serão entregues à professora pesquisadora.

Para conseguirmos realizar a pesquisa, as atividades feitas por você, como os desenhos e textos, serão reescritas e analisadas. Já as conversas realizadas entre você e seus colegas e você e a professora pesquisadora serão filmadas com um celular e gravadas com um gravador de áudio comum. A análise de suas atividades e conversas será importante para investigar como o seu pensamento se desenvolve durante as atividades da pesquisa.

Para participar dessa pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um documento que permite a sua participação. Você não gastará e nem receberá nenhum dinheiro. Você será esclarecido(a) sobre qualquer coisa que desejar e estará livre para participar ou não. Seu responsável também poderá interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não trará nenhum prejuízo ou modificação na forma em que é tratado(a) pela pesquisadora.

A sua identidade será mantida em segredo e essa pesquisa apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades do dia a dia como conversar, tomar banho, ler, etc. Mas é importante avisar que você pode não gostar da presença da câmera e gravadores de áudio nos primeiros dias da pesquisa. Você também pode sentir desconforto ao realizar atividades que precisam que você fale ou escreva o que aprendeu à professora e/ou aos colegas. E pelo fato de a pesquisadora ser também a professora, você pode pensar que as atividades são obrigatórias e ter medo de perder nota. Mas vale lembrar que você não é obrigado a participar da pesquisa e as atividades não afetarão suas notas. Se o(s) desconforto(s) continuar(em) você pode, a qualquer momento, abandonar a pesquisa, sem nenhum prejuízo.

Os resultados estarão disponíveis quando a pesquisa for finalizada. Seu nome, imagem ou atividades que indiquem sua participação ficarão em segredo. As atividades produzidas por você na pesquisa ficarão guardadas com a pesquisadora responsável por um período de cinco anos e, após esse tempo, serão destruídas. Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será guardada pela pesquisadora, e a outra será fornecida a você.

Em caso de dúvidas, entre em contato com Ana Caroline G. Gomes dos Santos, telefone (67) 99225-8621, e-mail: anacarolineggsantos@gmail.com.

Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo chame o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS no telefone (067) 33457187 e/ou e-mail: cepconeppropp@ufms.br.

Campo Grande/MS, ___ de _____ de 20__.

Assinatura do Participante (a)

Assinatura da pesquisadora

APÊNDICE C – CARTA DE ANUÊNCIA**CARTA DE ANUÊNCIA**

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos a pesquisadora **Ana Caroline Gonçalves Gomes dos Santos**, portadora do RG: 001.871.053 e CPF: 047.167.671-32, a desenvolver o seu projeto intitulado de “Funções Psicológicas Superiores e Ensino por Investigação: articulações entre práticas da cultura científica e desenvolvimento cognitivo no Ensino Fundamental” na **Escola Municipal Prof.^a Ana Lúcia de Oliveira Batista**. O projeto será de responsabilidade da pesquisadora e está sob orientação da Prof.^a Dr.^a Vera de Mattos Machado.

A aceitação está condicionada ao cumprimento da pesquisadora aos requisitos da Resolução 196/96 e suas complementares, comprometendo-se a utilizar os dados e materiais coletados exclusivamente para os fins da pesquisa.

Campo Grande/MS, em 29/11/2018



Responsável pela Escola Municipal Prof.^a Ana Lúcia de Oliveira Batista

MOACIR PEREIRA CASTRO
DIRETOR ESCOLAR
DECRETO "PE" N. 2.994, DE 17/08/2017

ANEXOS

ANEXO A – NORMAS PARA TRANSCRIÇÃO (PRETI *et al.*, 1999)

Ocorrências	Sinais	Exemplificação
Incompreensão de palavras ou segmentos	()	Do nives de rensa () nível de renda Nominal
Hipótese do que se ouviu	(hipótese)	(estou) meio preocupado (com o gravador)
Truncamento (havendo homografia, usa-se acento indicativo da tônica e/ou timbre)	/	E comé/e reinicia
Entonação enfática	Maiúscula	Porque as pessoas reTÊM moeda
Prolongamento de vogal e consoante (como s, r)	:: podendo aumentar para :::: ou mais	Ao emprestarmos éh::: ... dinheiro
Silabação	-	Por motivo tran-sa-ção
Interrogação	?	E o Banco... Central... certo?
Qualquer pausa	...	São três motivos... ou três razões ... que fazem com que se retenha moeda ... existe uma ... retenção
Comentários descritivos do Transcritor	((minúscula))	((tossiu))
Comentários que quebram a sequência temática da exposição: desvio temático	- - - -	... a demanda de moeda - - vamos dar casa essa notação - - demanda de moeda por motivo ...
Superposição, simultaneidade de vozes	Ligando as linhas	a. na casa de sua irmã b. [sexta-feira? a. fazem LÁ b. [cozinham lá
Indicação de que a fala foi tomada ou interrompida em determinado ponto. Não no seu início, por exemplo.	(...)	(...) nós vimos que existem...
Citações literais de textos, durante a gravação	“entre aspas”	Pedro Lima ... ah escreve na ocasião.. “O cinema falado em língua estrangeira não precisa de nenhuma baRRElra entre nós”...