

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
Programa de Pós-Graduação

- Educação Científica e Formação de Professores -



PPG.ECFP

Programa de Pós-Graduação em
Educação Científica e Formação de Professores



**A APRENDIZAGEM DO CONCEITO TEÓRICO DE SUBSTÂNCIA
QUÍMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS: UMA
INTERVENÇÃO NA PERSPECTIVA DA DIDÁTICA
DESENVOLVIMENTAL**

ADRIANO AGRICIO ALVES

2023

ADRIANO AGRICIO ALVES

**A APRENDIZAGEM DO CONCEITO TEÓRICO DE SUBSTÂNCIA
QUÍMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS: UMA
INTERVENÇÃO NA PERSPECTIVA DA DIDÁTICA
DESENVOLVIMENTAL**

Dissertação/Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia para obtenção do título Mestre em Educação Científica e Formação de Professores

Orientador/a: Bruno Ferreira dos Santos

Jequié/BA - 2023

A474a Alves, Adriano Agricio.

A aprendizagem do conceito teórico de substância química na educação de jovens e adultos: uma intervenção na perspectiva da didática desenvolvimental / Adriano Agricio Alves.- Jequié, 2023.

170f.

(Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, sob orientação do Prof. Dr.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
Campus Universitário de Jequié/BA
Programa de Pós-Graduação
Educação Científica e Formação de Professores

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

A APRENDIZAGEM DO CONCEITO TEÓRICO DE SUBSTÂNCIA
QUÍMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS: UMA
INTERVENÇÃO NA PERSPECTIVA DA DIDÁTICA
DESENVOLVIMENTAL

Autor/a: Adriano Agrício Alves

Orientador/a: Bruno Ferreira dos Santos

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação
defendida por **Adriano Agrício Alves** e aprovada pela
Comissão Julgadora.

Data:


Assinatura do orientador:



Prof. Dr. Bruno Ferreira dos Santos (Orientador - PPG-ECFP/UESB)

Comissão Julgadora:


Prof. Dra. Maria Eliza Mattosinho Bernardes (USP)


Prof. Dr. Moisés Nascimento Soares (PPG-ECFP/UESB)

Dedicatória

Dedico a todos os estudantes da Educação de Jovens e Adultos, reflexo da negação de direitos fundamentais nesse país, mas também lugar de afirmação da humanidade que lhes é constantemente negada.

À Maria José e Reginaldo Agricio, meus pais, pela dedicação e empenho na educação dos onze filhos, culminando na entrada de sete deles em universidades públicas, três dos quais na Universidade de São Paulo (USP).

Agradecimentos

Como não poderia ser diferente, a solidão que caracteriza os momentos de concatenação das ideias resultantes do processo de estudo não anula o fato de que a realização de uma pesquisa é sempre um trabalho coletivo. Por isso, quero citar algumas pessoas e instituições que foram imprescindíveis para que esta pesquisa se realizasse. Assim, agradeço:

Aos meus pais pelo incentivo e afeto proporcionados ao longo da minha vida; fontes de resistência, luta e inspiração para mim. Obrigado pelas condições objetivas que foram capazes de me ofertar, sem as quais sequer poderia digitar estas palavras.

Aos meus professores do Ensino Fundamental e Médio pelo empenho dedicado à minha formação e a dos meus colegas. Sempre me projetando para espaços-tempo quase impensáveis e inconcretizáveis, mesmo em meus mais ousados sonhos. Na medida em que impulsionaram um estudante para frente, consciente ou inconscientemente, lutaram contra uma realidade projetada para dar errado. Foi justamente no ensino médio que ouvi falar da Universidade de São Paulo. Nunca os esquecerei.

Aos professores da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo pelos momentos de aprendizado tão enriquecedores, fontes de sabedoria e conhecimento. Em especial, meus sinceros agradecimentos à professora Dr.^a Maria Eliza Mattosinho Bernardes pela paciência, compreensão e afeto durante a minha imersão no universo da pesquisa acadêmica; com certeza dei muito trabalho a ela. Se hoje ousar ampliar meus passos com esta pesquisa, é porque Eliza me ensinou a ficar de pé e andar.

Aos professores e professoras do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia pelas reflexões geradas ao longo de aulas inspiradoras; fontes de conhecimento, sabedoria e afeto. Este, tão necessário no âmbito acadêmico.

Ao Grupo de Estudos e Pesquisa Ensino de Química e Sociedade (GEPEQS) pelos momentos de escuta e discussões que contribuíram para o andamento e finalização deste trabalho de pesquisa.

Ao prof. Dr. Paulo Marcelo Marini Teixeira por ter aceitado fazer parte da banca de avaliação deste trabalho. Obrigado pelas orientações.

À professora Dr^a. Maria Eliza Mattosinho Bernarde por ter aceitado compor a banca de avaliação deste trabalho. Obrigado pelas orientações.

À direção da Escola João Batista Pereira da Silva que abriu as portas da escola para esta pesquisa. Também ao professor da disciplina de ciências que nos cedeu suas aulas em prol deste trabalho.

Aos alunos da Educação de Jovens e Adultos que participaram e se envolveram nesta pesquisa. Obrigado pelo convívio acolhedor e respeito durante os meses de realização deste trabalho.

À capes, pela Bolsa de Pesquisa.

Em especial, ao meu orientador Prof. Dr. Bruno Ferreira dos Santos. Primeiro, pela confiança depositada em mim e no projeto que desenvolvemos. Segundo, pelos momentos de orientação tão incentivadores, sem os quais esta pesquisa não poderia ter sido finalizada; foram momentos difíceis. Meus sinceros agradecimentos!

Epígrafe

[...] Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando, intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade.

(FREIRE, 2011, p. 30-31).

RESUMO

Ao fundamentar-se nos pressupostos da Didática Desenvolvimental, essa pesquisa tem como objetivo utilizar os princípios didático-pedagógicos dessa teoria para a organização e análise do ensino-aprendizagem do conceito de “substância química” entre estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA) em aulas de ciências, visando analisar a formação teórica desse conceito no pensamento dos estudantes dessa modalidade da educação básica. Este trabalho é de cunho qualitativo, pois almeja compreender o fenômeno em estudo dentro do contexto em que ocorre, criando e modificando as relações entre os sujeitos e a realidade para construir e interpretar os significados resultantes destas interações. Dentre as diferentes correntes dessa perspectiva, esta pesquisa pode ser considerada de natureza interventiva na modalidade aplicação, uma vez que cria situações que foram encaminhadas por meio da elaboração prévia de uma sequência didática que serve de base para tais modificações. O experimento didático-formativo foi utilizado como método de pesquisa para a produção e análise dos dados. Este método constitui-se de três etapas: revisão da literatura e diagnóstico da realidade a ser estudada, elaboração do sistema didático experimental e desenvolvimento do experimento didático-formativo. Após a revisão da literatura pertinente a Didática Desenvolvimental, chegou-se ao Sistema Didático Elkonin-Davydov como aquele que fundamenta a construção desse trabalho, tendo a Teoria da Atividade de Estudo como núcleo. O experimento-formativo foi desenvolvido em duas turmas da EJA, da Escola de Ensino Fundamental João Batista Pereira da Silva, localizada na cidade de Arapiraca-AL. Os dados foram produzidos na relação entre estudantes e professor pesquisador durante a realização de tarefas de estudo, coletados por meio de aparelhos de gravação de áudio e dos registros das tarefas respondidas pelos escolares. Reconhecendo a aprendizagem como um processo, foi possível observar as potencialidades da Didática Desenvolvimental para a organização do ensino-aprendizagem ao longo da resolução das tarefas pelos escolares, permitindo que eles tivessem acesso ao conceito de substância como resultado de um processo de estudo, e não da simples memorização. Mesmo que a maioria deles não tenham se apropriado do conhecimento do objeto no nível do pensamento teórico, as ações e operações que realizaram dão início a um modo totalmente novo de aprender. O trabalho também evidenciou as dificuldades que alguns alunos têm em superar suas concepções espontâneas ao associar substância química como algo necessariamente perigoso e ligado a produtos industrializados, mesmo após a intervenção. Isso está ligado aos inumeráveis obstáculos enfrentados pelos estudantes da EJA em frequentarem todas as aulas, criando rupturas no movimento de formação dos conceitos que provocaram prejuízos na aprendizagem. Além disso, o tempo de aprendizagem foi insuficiente para promover a transformação do pensamento dos escolares, tão invadido por um cotidiano alienante. A dificuldade dessa pesquisa em conciliar atividade de estudo e atividade criativa na organização das tarefas, também pode ter dificultado a aprendizagem do conceito de substância.

Palavras-chave: Didática Desenvolvimental. Substância Química. Educação de Jovens e Adultos.

ABSTRACT

By being based on the assumptions of Developmental Didactics, this research aims to use the didactic-pedagogical principles of this theory for the organization and analysis of the teaching-learning of the concept of "chemical substance" among students of Youth and Adult Education (EJA) in science classes, aiming to analyze the theoretical formation of this concept in the thinking of students of this modality of basic education. This work is qualitative, as it aims to understand the phenomenon under study within the context in which it occurs, creating and modifying the relationships between the subjects and reality in order to construct and interpret the meanings resulting from these interactions. Among the different currents of this perspective, this research can be considered of an interventional nature in the application modality, since it creates situations that were forwarded through the previous elaboration of a didactic sequence that serves as a basis for such modifications. The formative experiment was developed in two EJA classes at the João Batista Pereira da Silva Elementary School, located in the city of Arapiraca-AL. The data were produced in the relationship between students and the research teacher during the performance of study tasks, collected through audio recording devices and records of the tasks answered by the students. Recognizing learning as a process, it was possible to observe the potential of Developmental Didactics for the organization of teaching-learning throughout the resolution of tasks by students, allowing them to have access to the concept of substance as a result of a study process, and not of simple memorization. Even if most of them have not appropriated the knowledge of the object at the level of theoretical thought, the actions and operations they have performed initiate a whole new way of learning. The study also highlighted the difficulties that some students have in overcoming their spontaneous conceptions when associating a chemical substance as something necessarily dangerous and linked to industrialized products, even after the intervention. This is linked to the innumerable obstacles faced by EJA students in attending all classes, creating ruptures in the movement of formation of concepts that caused losses in learning. In addition, the learning time was insufficient to promote the transformation of the students' thinking, so invaded by an alienating daily life. The difficulty of this research in reconciling study activity and creative activity in the organization of tasks may also have hindered the learning of the concept of substance.

Keywords: Developmental Didactics. Chemical substance. Youth and Adult Education.

Lista de Ilustrações

Figura 1 - Modo de apreensão das teorias da Atividade de Estudo e Experimento Formativo em unidade, p. 58.

Figura 2 - O conceito de pureza em uma propaganda de água mineral, p. 85.

Figura 3 - Representação elaborada pelo grupo A2, p. 99.

Figura 4 - Representação elaborada pelo grupo B1, p. 99.

Figura 5 - Representação de um material puro e outro impuro, elaborado pelo grupo A1, p. 106.

Figura 6 - Representação de um material puro e outro impuro, elaborada pelo grupo A2, p. 107.

Figura 7 - Representação de um material puro e outro impuro, elaborado pelo grupo A5, p. 107.

Figura 8 - Representação de um material puro e outro impuro, elaborado pelo grupo B1, p. 107.

Figura 9 - Representação de um material puro e outro impuro, elaborado pelo grupo B2, p. 107.

Figura 10 - Representação de um material puro e outro impuro, elaborado pelo grupo B3, p. 107.

Figura 11 - Modelo Geral de Ação elaborado pelo grupo A1, p. 114.

Figura 12 - Modelo Geral de Ação elaborado pelo grupo A2, p. 114.

Figura 13 - Modelo Geral de Ação elaborado pelo grupo A5, p. 114.

Figura 14 - Modelo Geral de Ação elaborado pelo grupo B1, p. 115.

Figuras 15: Modelo Geral de Ação elaborado pelo grupo B3, p. 115.

Figuras 16: Modelo Geral de Ação com as modificações feitas pelos grupos A2 e A5, p. 116.

Figuras 17: Modelo Geral de Ação com as modificações feitas pelo grupo B3, p. 116.

Figuras 18: Modelo Geral de Ação com as modificações feitas pelo grupo B1, p. 117.

Figura 19: Modelo Geral de Ação com as modificações feitas pelo grupo B2, p. 117.

Figura 20 - Modelo Geral de Ação, baseado no conceito de substância e suas relações conceituais formulado por Bellas (2018), p. 118.

Lista de Quadros

Quadro 1 - Levantamento bibliográfico realizado na Bibliográfica na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, p. 19.

Quadro 2 - Trabalhos selecionados da categoria Ensino de Ciências em Geral, p. 20-21.

Quadro 3 - Levantamento bibliográfico realizado na Bibliográfica na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, adicionando o descritor Educação de Jovens e Adultos ou EJA, p. 21.

Quadro 4 - A motivação para o estudo manifestada pelos estudantes, p. 64.

Quadro 5 - Síntese da primeira tarefa de estudo, com seus objetivos, ações e operações, p. 68-69.

Quadro 6- Síntese da segunda tarefa de estudo, com seus objetivos, ações e operações, p. 70-71.

Quadro 7 - Síntese da terceira tarefa de estudo, com seus objetivos, ações e operações, p. 71-72.

Quadro 8 - Síntese da quarta tarefa de estudo, com seus objetivos, ações e operações, p. 73.

Quadro 9 - Síntese da quinta tarefa de estudo, com seus objetivos, ações e operações, p. 74.

Quadro 10 - Síntese da tarefa de estudo que corresponde à segunda ação de estudo, com seus objetivos, ações e operações, p. 76.

Quadro 11 - Síntese da tarefa de estudo que corresponde à terceira ação de estudo, com seus objetivos, ações e operações, p. 77.

Quadro 12 - Síntese da tarefa de estudo que corresponde à quarta ação de estudo, com seus objetivos, ações e operações, p. 78.

Quadro 13 - Organização dos grupos de estudo em suas respectivas turmas durante os doze encontros do experimento didático-formativo, p. 81

Quadro 14 - Organização dos materiais da turma 5ª fase A em resposta à questão 2 da 1ª tarefa de estudo, p. 89-90.

Quadro 15 - Organização dos materiais da turma 5ª fase B em resposta à questão 2 da 1ª tarefa de estudo, p. 91.

Quadro 16 - Respostas dos grupos sobre a análise dos materiais quanto a composição e a aparência - turma A, p. 93-94.

Quadro 17 - Respostas dos grupos sobre a análise dos materiais quanto a composição e a aparência - Turma B, p. 94.

Quadro 18 - Respostas dos grupos sobre a análise das misturas quanto à composição e a aparência - turma A, p. 94-95.

Quadro 19 - Respostas dos grupos sobre a análise das misturas quanto à composição e a aparência - turma B, p. 95.

Quadro 20 - Síntese das respostas dos escolares na tarefa diagnóstica e na tarefa da 6ª ação de estudo do experimento didático-formativo, p. 122.

Lista de Abreviaturas e Siglas

BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
GEPEQS	Grupo de Estudos e Pesquisa Ensino de Química Sociedade
PHC	Psicologia Histórico-Cultural
PPECFP	Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores.
TED	Teoria da Atividade de Estudo
THC	Teoria Histórico-Cultural
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
URSS	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1 DIDÁTICA DESENVOLVIMENTAL: CONTRIBUIÇÕES DO SISTEMA DIDÁTICO ELKONIN-DAVYDOV PARA A ORGANIZAÇÃO DO ENSINO-APRENDIZAGEM	26
1.1 As bases filosóficas e psicológicas	26
1.2 Didática desenvolvimental: sistema Elkonin-Davydov e suas bases didático-metodológicas	34
1.2.1 Análise do movimento lógico-histórico do conceito de substância química	43
1.2.1.1 O conceito de substância química	45
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	53
2.1 Aspectos gerais da abordagem metodológica	53
2.1.1 O experimento didático-formativo	55
2.2 Primeira etapa: revisão da literatura e diagnóstico da realidade a ser estudada.	60
3.1.2 Segunda etapa: elaboração do sistema didático experimental	67
3 DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DO EXPERIMENTO DIDÁTICO-FORMATIVO	81
3.1 Primeira ação de estudo: formação do conceito teórico de substância química	82
3.2 Segunda ação de estudo: modelação do conceito teórico de substância química	114
3.3 Terceira ação de estudo: transformação do modelo do conceito teórico de substância química	120
3.4 Quarta ação de estudo: resolução de tarefas particulares que exigem o modelo teórico de substância química	121
3.6 Sexta ação de estudo: avaliação da assimilação do modo generalizado de ação pelos estudantes	123
CONSIDERAÇÕES FINAIS	130
REFERÊNCIAS	136
ANEXO 1 - Plano de Ensino Desenvolvimental para o Conceito de Substância Química.	141
ANEXO 2 - Questionário socioeconômico dos escolares	158
ANEXO 3 - Autorização para coleta de dados	162
ANEXO 4 - Termo de autorização para uso de imagens e depoimentos	163

INTRODUÇÃO

O texto que vos apresento é o resultado de incansáveis horas de estudo, às vezes prazerosas, às vezes angustiantes, mas sempre enriquecedoras. Pode ser considerado não somente a síntese de dois anos como estudante de mestrado da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), na qual estou vinculado e desenvolvo este trabalho, e sim o apanhado de anos de estudo desde a pré-escola até a beleza que é a Universidade, contando com as rupturas que a vida impôs a esse trajeto.

Dei início com essas palavras não porque tenho a pretensão de que este trabalho pareça ser maior do que realmente é, mesmo que a educação escolar, campo de onde ele vem e para onde vai, seja. Faço-o com intuito de situá-lo no movimento que é a vida, da qual faz parte e não pode ser apartado.

Tendo em vista a impossibilidade de separar-se criador e criatura – além de que, do lugar teórico de onde partimos, a criatura produz suas obras na coletividade e na dialética da história – ambos se modificam mutuamente no tempo e na vida. Assim, este trabalho de pesquisa (criatura) é o resultado das mudanças ocorridas com este pesquisador (criador) ao longo da sua vida, isto é, na relação com o lugar de onde parte (Alagoas), da mudança para São Paulo, da mudança para a Bahia e do retorno a Alagoas. Concomitantemente, o criador também se modifica ao produzir e sofrer a interferência do objeto que criou.

Para não me alongar demais, e não fugir do assunto específico de que trata este trabalho, farei um breve recorte da minha vida acadêmica, pois é nesta que se encontram os primeiros passos deste pesquisador em construção e do seu contato com os referenciais teóricos que foram utilizados para o desenvolvimento deste trabalho. Em seguida, discuto o movimento de construção do projeto de pesquisa, apresentando sinteticamente o caminho que ele percorreu, com seus atalhos, desvios, mudanças e, citando Carlos Drummond de Andrade, as pedras do caminho.

Durante a graduação, desenvolvida no curso de licenciatura em Ciências da Natureza, fui conduzido para a área de Pesquisa em Educação, desenvolvendo trabalhos que refletiam sobre os processos de ensino-aprendizagem resultantes de

intervenções pedagógicas no ensino superior e na educação básica. Foi nesse período que eu me aproximei da Teoria Histórico-Cultural (THC¹) de Lev Semionovitch Vigotski (1896-1934) e seus colaboradores, principalmente Alexis Nikolaevich Leontiev (1903-1979), utilizando-a como fundamento teórico para o desenvolvimento dos meus trabalhos acadêmicos e como campo de reflexão para a minha prática enquanto professor em formação.

Naqueles primeiros anos de graduação, refletir sobre a própria prática estava entre os principais dilemas da minha formação. Onde se encaixam as teorias pedagógicas na esfera da prática docente? Por que estudar os clássicos da pedagogia, da filosofia, da didática, da sociologia e da psicologia da educação? Eram indagações que eu e meus colegas fazíamos no âmbito do curso de Ciências da Natureza. Estávamos convencidos de que o fazer pedagógico seria conquistado no contexto da prática, e que ela seria suficiente para nos "ensinar a ensinar". Apesar de este ainda ser o discurso corriqueiro de muitos professores com os quais convivo, superá-lo foi a minha principal conquista, sem a qual não poderia ter avançado no campo da pesquisa sobre a principal função docente: ensinar.

Naqueles anos de graduação, não poderia deixar de lado as inquietações que me mantinham sempre inconformado sobre a realidade da educação brasileira, marcada pelo fracasso escolar "produzido" para a imensa maioria dos estudantes brasileiros pobres, pretos e das periferias (leia-se periferia do mundo, do país, dos estados, das cidades, das classes etc.). Como a maioria dos licenciandos no início da formação, o desejo era de revolucionar a educação.

Com o tempo, percebi que as interferências necessárias para uma mudança radical da realidade educacional brasileira estão vinculadas, necessariamente, às transformações fundamentais em várias esferas da vida social, isto é, uma mudança política. A escola não deveria ser uma instituição assistencialista, mas acaba assumindo tal função porque o Estado não cumpre com o seu papel de promotor do bem-estar social (perdendo historicamente essa função) por outras vias. Em um cenário de fome, ou a escola alimenta seus estudantes, ou ela os perde. Inserida na carência financeira absoluta, ou a escola fornece material escolar e uniforme às

¹ Também conhecida como Psicologia Histórico-Cultural (PHC).

crianças, ou elas não estudam. Adolescentes sobrevivendo em um país onde o atendimento das necessidades básicas são privilégios de poucas famílias, ou a escola fornece subsídios financeiros aos estudantes, ou eles a abandonam. Isso significa que a educação escolar é uma necessidade sócio-histórica que, apesar de necessária, não está no primeiro plano da manutenção da vida, ou seja, sem o atendimento das necessidades básicas da população, a educação se torna privilégio. O risco é de as escolas perderem a sua função histórica, ou deixá-la em segundo plano.

Entender as dimensões sócio-históricas da educação, como resultado das relações recíprocas que estabelece com a sociedade (VIGOTSKI, 2009), é fundamental para que a prática se torne reflexiva e transformadora. Isto só é possível graças ao movimento constante do pensamento fundamentado na relação teoria/prática como esferas indissociáveis do ser docente. É neste processo que entram os clássicos das áreas que discutem a educação, mencionadas anteriormente, pois, ao revelarem suas experiências históricas e epistemológicas, nos dão base para entender o passado, pensar a prática contemporânea e avançarmos para a uma nova contemporaneidade, a da justiça social.

Um dos passos mais importante da minha vida acadêmica foi aproximar-me da THC. O pensamento vigotskiano, forjado numa sociedade que buscava construir um novo ser humano (Ex URSS), conseguiu responder algumas das minhas inquietações sobre a (não) aprendizagem. “A culpa não é sua” (ASBAHR; LOPES, 2006). Esta foi a primeira certeza, a de que o fracasso escolar é o resultado das contradições de uma sociedade de classes, por isso não pode ser atribuído aos alunos, às famílias ou aos professores em particular. Além disso, não pode ser resolvido por um grupo, por uma área ou por qualquer agente específico.

Afirmar isso não significa abandonar o desejo de uma educação de qualidade para todos, ou agarrar-se ao conformismo da impossibilidade de mudança do que está posto. Pelo contrário, denota reconhecer que o professor deve entender que exerce papel político na sociedade, esteja consciente disso ou não. Ao tomar consciência disso, o docente que não se deixou levar pelos interesses ideológicos da classe dominante, precisa inserir-se nos coletivos que lutam pelas transformações sociais necessárias, movimentando-se em direção e sendo parte das forças que

almejam e contribuem para a construção de uma sociedade na qual o acesso aos bens materiais e culturais seja possibilitado a todos. Nessa perspectiva, e pensando o lócus do trabalho docente, concordamos com Carvalho e Martins (2017) quando afirmam que:

Ensinar é um ato político, uma vez que a escola, enquanto síntese de múltiplas determinações, serve também aos interesses de classe. O saber, o conhecimento, não deixa de ser riqueza, ainda que imaterial e a classe dominante não tem interesse em socializá-la, assim como não socializa as riquezas materiais da humanidade (p. 175).

Diante disso, professores agem de forma contrária ao movimento de exclusão do saber científico quando, por meio de suas ações dentro da escola, contribuem para o domínio desses conhecimentos pelos escolares. Nessa perspectiva, Saviani (2014) afirma que a função clássica (essencial, necessária) da escola é socializar o saber sistematizado, ou seja, propiciar a aquisição dos instrumentos que possibilitam o acesso ao saber científico, bem como os seus traços essenciais. Assim, a ação política do professor toma forma no pensamento de seus escolares, quando estes conseguem atingir o núcleo do conhecimento científico, isto é, o seu nível teórico.

Concordamos com Saviani (2014), quando este afirma que a educação é a ação de produzir, direta e intencionalmente, nos sujeitos singulares, a humanidade que é elaborada sócio-culturalmente pela coletividade humana. Isso significa, afirma o autor, que o objeto da educação diz respeito, de um lado, à identificação daqueles elementos culturais que devem ser interiorizados pelos sujeitos para se tornarem humanos e, de outro, às formas mais adequadas para atingir esse objetivo. Portanto, a organização das ações em sala de sala por meio da atividade pedagógica, entendida por Bernardes (2009) como a unidade dialética entre ensino e aprendizagem, tem que ser estruturada de tal modo que os escolares se apropriem dos conhecimentos teóricos necessários para a sua realização humana histórico-social. Assim, ao final da graduação, compreendi que:

[...] Quando o professor elabora suas aulas visando transmitir os mais ricos conhecimentos da cultura humana, ele está se posicionando pedagógica e politicamente contra aos que não querem socializar os conhecimentos mais desenvolvidos da cultura humana e a favor daqueles que possuem apenas a escola como lócus de humanização, de aprendizagem de conteúdos que raramente se tem acesso em outros lugares (CARVALHO; MARTINS, 2017, p. 175).

Entretanto, é importante que o professor tenha consciência de que a educação está inserida na teia das relações que tendenciam a vida para a produção da desigualdade e da desumanização. Conseqüentemente, enquanto profissional que lida com a formação humana, com a humanização dos sujeitos, o professor precisa criar situações concretas de superação dessa realidade, organizando a atividade pedagógica conscientemente para que o Homem/Mulher deixe de oprimir o Homem/Mulher.

Entre todas as contribuições que Vigotski e seu grupo de pesquisa trouxeram para o campo da Psicologia e da Educação, a relação entre ensino e aprendizagem foi a que este pesquisador mais se aproximou durante o seu processo formativo. A partir da THC e das relações estabelecidas com a escola e a sala de aula, este professor vem transformando a sua prática e, conseqüentemente, ampliando o entendimento que possui sobre a educação em geral e desta teoria em particular.

Foi nessa perspectiva, além de conduzido pela necessidade incontrolável de aprender mais, que decidiu-se desenvolver este projeto de pesquisa. Este, partindo da seguinte reflexão: pensando a escola voltada para a formação de sujeitos que reconheçam a realidade no nível teórico e, por isso, que desenvolve o ensino-aprendizagem não mecanizado, memorístico, mas ativo e problematizado, quais as condições e circunstâncias necessárias para a objetivação da Didática Desenvolvimental para a aprendizagem de conhecimento teóricos da EJA? Este primeiro questionamento, que se ampliou e se particularizou ao longo deste trabalho, conduziu-nos a algumas pesquisas bibliográficas, tendo em vista encontrar possíveis lacunas no campo de estudo, a partir das quais poderíamos encaminhar um projeto de pesquisa.

O quadro a seguir apresenta a síntese do levantamento que realizamos na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

Quadro 1: Levantamento bibliográfico realizado na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

Categoria	Busca avançada/ palavras-chave/ Descritores	Nº de trabalhos
ENSINO DE CIÊNCIAS EM	Ensino de ciências/ Teoria da Atividade	3229

GERAL	Ensino de ciências/ Desenvolvimental	Ensino	79
-------	---	--------	----

Mais de três mil trabalhos foram encontrados quando utilizamos os descritores “ensino de ciências e teoria da atividade”. Porém, ao inserir-se as palavras-chave “ensino de ciências e ensino desenvolvimental”, o número foi reduzido a 79. Após a leitura dos títulos e resumos dessas produções, selecionaram-se aquelas diretamente relacionadas ao ensino de ciências, ou seja, ensino de conceitos específicos das áreas de biologia, física, química, astronomia, geociências e campos afins. Além disso, também destacaram-se os trabalhos que investigam as relações pedagógicas no ensino de ciências em qualquer modalidade ou nível de ensino.

Quadro 2: Trabalhos selecionados da categoria Ensino de Ciências em Geral.

Título do trabalho	Autor e ano de defesa	Tipo de trabalho	Instituição
A atividade de estudo no ensino fundamental conforme a teoria do ensino desenvolvimental de V. Davydov e contribuições de M. Hedegaard: um experimento didático em ciências	SILVA, Eliane. 2020	Tese	PUC-Goiás
Física no ensino médio: ensino-aprendizagem do conceito calor na concepção da teoria de Davydov com contribuições de Hedegaard.	BATISTELLA, Carmes Ana Rosa. 2020.	Tese	PUC - Goiás
Uma análise do ensino de eletromagnetismo a partir da teoria do ensino desenvolvimental de Davydov	FONTES, Daniel Trugillo Martins. 2020	Dissertação	USP - Universidade de São Paulo
Ensino para a formação de conceitos em ciências: contribuições da teoria do ensino desenvolvimental de Davydov	CAMPOS, Eude de Sousa. 2019.	Tese	PUC - Goiás
Ensino de eletrodinâmica por uma unidade didática baseada nas teorias histórico-cultural e desenvolvimental	OLIVEIRA, Wilson Campos. 2019.	Dissertação	UFAM - Universidade Federal do Amazonas
Ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental: a formação de conceitos científicos e o desenvolvimento dos alunos.	LOBOS, Damon Alves. 2018.	Dissertação	PUC - Goiás

A experimentação no ensino de Biologia: contribuições da teoria do ensino desenvolvimental para a formação no pensamento teórico.	MIRANDA, Edna Sousa de Almeida. 2017.	Dissertação	UFG - Universidade Federal de Goiás
A formação do pensamento teórico na teoria do ensino desenvolvimental: contribuições para o ensino de Química	ROSA, Sandra Valéria Limonta. 2017.	Dissertação	UFG - Universidade Federal de Goiás
Ensino e aprendizagem de física: contribuições da Teoria de Davydov.	BORGES, Lucas Bernardes. 2016	Tese	PUC - Goiás
O ensino de física no ensino médio: descrevendo um experimento na perspectiva histórico-cultural.	MARENGÃO, Luiz Angelo. 2011.	Dissertação	PUC- Goiás

Percebeu-se que o número de trabalhos que utilizam o corpo teórico da Teoria Histórico-Cultural (apesar de não termos destacado as produções que utilizam essa perspectiva teórica) e da Didática Desenvolvimental vem aumentando nos últimos anos. Diante deste resultado, decidiu-se escolher uma modalidade específica da educação básica e, assim, afunilar a busca na BDTD. Como já havíamos trabalhado com a Educação de Jovens e Adultos (EJA), tanto no estágio docente quanto em trabalhos posteriores à graduação, escolhemo-la como lócus desta pesquisa, adicionando-a aos descritores. Cabe destacar, como se observa no quadro 2, que esta modalidade da educação não apareceu nos trabalhos encontrados na primeira busca realizada na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações.

Quadro 3: Levantamento bibliográfico realizado na Bibliográfica na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, adicionando o descritor Educação de Jovens e Adultos ou EJA.

Categoria	Busca avançada/ palavras-chave/ Descritores	Nº de trabalhos
ENSINO DE CIÊNCIAS NA EJA	Ensino de ciências/ Ensino Desenvolvimental/ Educação de Jovens e Adultos	1
	Ensino de ciências/ Teoria Histórico-cultural/ Educação de Jovens e Adultos	17
	Ensino de ciências/ Teoria da Atividade/ EJA	43
	Ensino de ciências/ Teoria da Atividade/ EJA	81

Apesar de ter-se encontrado mais de 100 trabalhos com esses descritores, ao ler-se os seus títulos e resumos viu-se que alguns se repetiram no quadro 2. Além disso, a maioria dos que restaram não discutiam diretamente o ensino de ciências na EJA utilizando o referencial da Didática Desenvolvimental, pois voltavam-se para outras modalidades, disciplinas escolares, formação de professores e/ou níveis de ensino.

Outras fontes bibliográficas também revelaram que, apesar do número de trabalhos sobre ensino de ciências na educação básica ter aumentado ao longo dos anos, principalmente a partir do final da década de 90, ainda é baixo o número daqueles que tratam do ensino de ciências na Educação de Jovens e Adultos (SÁ et. al. 2011; LOPES; FERREIRA, 2015; PEREIRA; DE OLIVEIRA; DOS SANTOS FERREIRA, 2019), necessitando, assim, de mais pesquisas que abordem os processos de ensino-aprendizagem nessa modalidade da educação.

Ademais, é relevante mencionar que estudos fundamentados na Teoria Histórico-Cultural, na Teoria da Atividade e na Didática Desenvolvimental vêm demonstrando a sua importância para a organização da atividade pedagógica que tem como objetivo o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes (BERNARDES, 2006; CEDRO; MORAIS; ROSA, 2010; BATISTELLA, 2020; LONGAREZI; FRANCO, 2017; MOURA, et. al. 2010, só para citar alguns).

Nesse sentido, este trabalho de pesquisa encontrou a sua justificativa teórica: ampliar as discussões sobre o ensino-aprendizagem de ciências na Educação de Jovens e Adultos sob a perspectiva da Teoria Histórico-Cultural e da Didática Desenvolvimental. Sua relevância está no interesse em contribuir com a melhoria da educação, em particular a da modalidade EJA que é a que mais sofre com a precarização e o abandono, pois, apesar de no Brasil, em 2019, haver 11 milhões de pessoas com 15 anos ou mais de idade analfabetos (não alfabetizados), o equivalente a uma taxa de analfabetismo de 6,6% (PNAD, 2019), no ano de 2020 somente 3 milhões de estudantes jovens e adultos estavam matriculados na EJA (BRASIL, 2021).

Quando submetido ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (PPG ECFP - UESB), este projeto buscava desenvolver um trabalho de intervenção na educação

básica fundamentado na Teoria Histórico-Cultural e, particularmente, na Didática Desenvolvimental de Vasily Vasilovich Davydov (1930-1998). Apesar do pouco contato com as obras de Davydov, enxergou-se nela uma possibilidade de avançar para a dimensão didática da Teoria Histórico-Cultural. Além do mais, tinha-se consciência de que o saber teórico é aquele que deve ser internalizado pelos escolares, e que uma das formas de sua organização passava pelos campos da Teoria da Atividade (LEONTIEV, 2021), da THC (VIGOTSKI, 2009) e Didática Desenvolvimental (DAVYDOV, 1988).

Ao longo do primeiro ano do mestrado, os referenciais que se utilizaram para o desenvolvimento da pesquisa mostraram-nos que a Teoria Histórico-Cultural não é um campo coeso e indistinto, mas caracterizado por rupturas, encontros e desencontros (DAVYDOV, 1988; LIBÂNEO; FREITAS, 2013; LONGAREZI, 2017, 2019 e 2020; PUENTES, 2019). Além disso, no processo histórico da sua construção, emergiram vários sistemas didáticos que tinham como propósito investigar a principal tese vigotskiana para o campo da educação: o ensino-aprendizagem é promotor de desenvolvimento psíquico.

No projeto inicial, tinha-se como objeto de estudo a “formação do pensamento teórico”, que se daria pela intervenção de uma sequência didática planejada e aplicada com estudantes da EJA. Sabia-se que este conceito era o núcleo das pesquisas realizadas por Davydov, mas não tinha-se conhecimento das teorias que ele e seus colaboradores produziram dentro do Sistema Didático conhecido por Elkonin-Davydov, ou Elkonin-Davydov-Repkin². Ao constatar-se que o núcleo deste sistema é a Teoria da Atividade de Estudo, passou-se a pensar e planejar a estrutura da sequência didática com base nos seus fundamentos.

Definir o conceito teórico que serviria de base para o planejamento da sequência didática também era necessário. Para isto, levou-se em conta o fato de a pesquisa acontecer no Ensino Fundamental II no contexto da disciplina de Ciências e, mais decisivo, da nossa entrada no Grupo de Estudos e Pesquisa Ensino de Química

² O Grupo de Estudos e Pesquisas em Didática Desenvolvimental e Profissionalização Docente (GEPEDI) adicionou o pesquisador Vladimir V. Repkin, pois considera que este pesquisador foi fundamental para o desenvolvimento do sistema, contribuindo para a construção da sua principal teoria: a Teoria da Atividade de Estudo.

e Sociedade (GEPEQS). Diante disso, escolheu-se o conceito de *substância química* como aquele que fundamentaria o desenvolvimento da sequência didática.

Apesar do campo empírico (EJA) e da disciplina (Ciências) estarem definidos, era preciso clarificar o objeto de estudo, pois, embora o pensamento teórico faça parte desta pesquisa, a sua materialidade ainda não estava delineada. Ademais, o recorte teórico precisava estar mais claro. No primeiro caso, o conceito teórico de *substância química* foi escolhido como o centro da investigação, por meio do qual a intervenção didática seria organizada e os seus resultados analisados. No segundo caso, as leituras realizadas ao longo dos primeiros meses de estudo sobre o campo da Teoria Histórico-Cultural e da Didática Desenvolvimental, fizeram com que a Teoria da Atividade de Estudo do Sistema Elkonin-Davydov se tornasse a principal referência desta pesquisa.

Assim, esta pesquisa passou a ter a seguinte problemática norteadora: Quais as contribuições de uma intervenção didática, fundamentada na Didática Desenvolvimental e sua teoria nuclear – Teoria da Atividade de Estudo –, para a formação do conceito teórico de *substância química* em estudantes da EJA durante as aulas de Ciências?

Por essa via, este trabalho, necessariamente, tem como objetivo resgatar os princípios didático-pedagógicos da Didática Desenvolvimental e utilizá-los para a organização do ensino-aprendizagem do conceito de *substância química* na EJA em aulas de ciências, almejando analisar a formação teórica desse conceito entre estudantes dessa modalidade da educação básica. Para tanto, esta pesquisa tem os seguintes objetivos específicos:

- Desenvolver e aplicar uma sequência didática para o ensino do conceito de *substância química* na EJA fundamentada na Didática Desenvolvimental;
- Analisar as ações de estudo desenvolvidas pelos estudantes durante o momento da intervenção pedagógica e o movimento do pensamento dos estudantes, do empírico ao teórico, sobre o conceito de *substância química*.
- Identificar potencialidade e limites da proposta desenvolvida para a modalidade da EJA.

De modo geral, em relação ao método, esta pesquisa é considerada qualitativa, pois está interessada nos processos e na interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos em uma realidade socialmente construída (LUDKE; ANDRÉ, 1986) por meio de uma pesquisa de natureza interventiva na modalidade “pesquisa de aplicação” (TEIXEIRA; MEGID NETO; 2017). Outros detalhes sobre a metodologia de pesquisa adotada no trabalho serão explicitados mais adiante.

No âmbito deste trabalho e dos referenciais teóricos que lhe servem de base, o experimento didático-formativo foi utilizado como método de pesquisa para a produção e análise dos dados. Com base em Aquino (2017) e Longarezi (2019), este método constitui-se de três etapas: revisão da literatura e diagnóstico da realidade a ser estudada, elaboração do sistema didático experimental e desenvolvimento do experimento didático-formativo. Como já mencionamos, e no Capítulo 1 desta dissertação também será feito com mais clareza, após a revisão da literatura pertinente a Didática Desenvolvimental, e em consonância com o objeto de estudo dessa pesquisa, chegou-se ao Sistema Didático Elkonin-Davydov como aquele que fundamenta a construção desse trabalho, tendo a Teoria da Atividade de Estudo como núcleo.

Enquanto obra escrita, este trabalho está dividido em algumas partes. A primeira é esta introdução, na qual buscamos situar o trabalho no seu processo histórico de elaboração, apresentando a sua justificativa, a problemática, os objetivos e a sua base teórica. A segunda parte é composta por um capítulo teórico que busca situar os componentes da pesquisa em um movimento de aproximação com os referenciais da Teoria Histórico-Cultural, da Teoria da Atividade e da Didática Desenvolvimental, culminando no Sistema Didático Elkonin-Davydov e sua Teoria da Atividade de Estudo. Além disso, também discute-se o processo histórico de constituição do conceito de substância química, que é pré-requisito para a sua organização e mediação no contexto da sala de aula. Na terceira, apresenta-se os procedimentos metodológicos da pesquisa, descrevendo o experimento didático-formativo como metodologia para a produção e análise dos dados. Também expõe-se e analisa-se os dados que foram produzidos na relação entre estudantes e professor

pesquisador durante a intervenção didática. Por fim, na quarta parte apresenta-se algumas considerações finais sobre o projeto desenvolvido.

CAPÍTULO 1

DIDÁTICA DESENVOLVIMENTAL: CONTRIBUIÇÕES DO SISTEMA DIDÁTICO ELKONIN-DAVYDOV PARA A ORGANIZAÇÃO DO ENSINO-APRENDIZAGEM

O presente capítulo discutirá os conteúdos teóricos-psicológicos-metodológicos que fundamentam a Didática Desenvolvimental, uma teoria sobre a organização do ensino que tem como objetivo o desenvolvimento dos escolares de modo integral, englobando dimensões cognitivas, emocionais, volitivas, conscientes e autônomas. Mais especificamente, discutiremos as potencialidades de um dos seus sistemas, o sistema didático Elkonin-Davydov, e sua contribuição para a estruturação do ensino-aprendizagem dos conteúdos escolares, pensando a forma e o conteúdo da Atividade de Estudo no espaço da sala de aula, bem como as ações dos seus principais sujeitos: professor e escolar.

Como corpo teórico para a escrita deste capítulo, destacam-se os trabalhos realizados por Asbahr (2005), Bernardes (2009), Davydov (1988, 2021), Freitas (2016), Leontiev (1983, 2021), Libâneo e Freitas (2013), Vigotski (2009), Puentes e Longarezi (2017), Puentes (2019), Longarezi (2020), entre outros.

1.1 As bases filosóficas e psicológicas

As raízes filosóficas-psicológicas-metodológicas da Didática Desenvolvimental estão situadas nos fundamentos e princípios gerais da Psicologia Histórico-Cultural (PHC) sobre a formação do psiquismo humano. A PHC emergiu na terceira década do século XX, na antiga União Soviética, como resposta às inquietações provocadas em psicólogos, metodólogos e pedagogos russos pela forma como as teorias psicológicas da época explicavam os fenômenos da mente humana. De acordo com Tanamachi, Asbahr e Bernardes (2018), ao investigar as tentativas teóricas baseadas na Reflexologia, na Gestalt e na Psicanálise de explicação do fenômeno psicológico de sua época, Lev S. Vigotski (1896-1934), o principal precursor da PHC, identificou a impossibilidade de se construir uma teoria geral para explicar os fenômenos do psiquismo com base em tais correntes. Nesse contexto, ele defende a tese de que há uma crise dentro da ciência psicológica, caracterizada como uma crise metodológica,

que só poderia ser superada por meio de uma metodologia verdadeiramente científica, isto é, fundamentada na história. Vigotski propõe uma Psicologia de base marxista, estabelecendo a condicionalidade histórico-social do desenvolvimento do psiquismo humano.

Na concepção de Shuare (2017), o histórico se torna o eixo central da teorização de Vigotski por meio do qual se estruturam todos os conceitos da sua obra. Para essa autora, o que Vigotski faz é introduzir o tempo na Psicologia, ou o contrário, o psiquismo no tempo. Isso não significa condicionar os processos psicológicos às leis do tempo no sentido maturacional, como se o psiquismo fosse uma semente que germina e passa por suas etapas de desenvolvimento biológico, pelo contrário, o tempo aqui é entendido contextualmente, no sentido histórico-social. Implica pensar o ser humano no seio da sociedade, das mudanças que ocorrem ao longo da história coletiva como resultado das relações produtivas da vida material e espiritual da humanidade. Portanto, os fenômenos psíquicos, por seu caráter sócio-histórico, “não são algo dado de uma vez para sempre; existe um desenvolvimento histórico de tais fenômenos, uma relação de dependência essencial dos mesmos com respeito à vida e à atividade social” (SHUARE, 2017, p. 62).

O que está posto na tese histórico-social do psiquismo humano é que em sua base encontra-se a dinâmica social como resultado da atividade e vivência dos homens e mulheres no mundo. Não há psiquismo fora do mundo da cultura, da atividade humana material, produzida no processo histórico de constituição do próprio ser humano. Tanto a cultura quanto o Homem dependem dialeticamente um do outro e ambos estão sujeitos às condições históricas, a dinâmica material da história, que só existe por meio do Humano.

Vigotski é considerado o responsável por construir os princípios da Psicologia soviética como ciência realmente assentada nas teses de Marx. No capítulo I do livro “Atividade, Consciência, Personalidade”, Leontiev (2021) tece algumas considerações sobre os fundamentos gerais da psicologia marxista que emergem no contexto soviético, principalmente a partir dos trabalhos de Lev Semionovitch Vigotski (1896-1934) e Serguei Leonidovich Rubinstein (1889-1960), atribuindo a estes dois psicólogos o entendimento pleno das teses de Karl Marx e seu significado para a

ciência psicológica dentro e fora da união soviética. Ainda segundo Leontiev (2021), a partir dos estudos desses autores foram desenvolvidas a “abordagem histórica do psiquismo humano, a teoria psicológica concreta sobre a consciência como forma superior de reflexo da realidade e a teoria da atividade e sua estrutura” (p. 42). Foi justamente Leontiev quem sistematizou o conceito de atividade e formulou uma teoria psicológica da atividade.

Sobre a categoria filosófica de atividade, Davydov (1988, p. 27) afirma:

Es la abstracción teórica de toda la práctica humana universal, que tiene un carácter histórico social. La forma inicial de actividad de las personas es la práctica histórico social del género humano, es decir, la actividad laboral colectiva, adecuada, sensorio-objetal, transformadora, de las personas. En la actividad se pone al descubierto la universalidad del sujeto humano.

Leontiev (2021) atribui a teoria de Marx sobre a atividade humana, sobre seu desenvolvimento e suas formas, importância crucial para a psicologia. É a partir dos trabalhos de Karl Marx que os objetos da realidade deixam de ser tratados como coisas, como era feito no materialismo anterior, e passam à qualidade de produtos da atividade humana, ao campo da subjetividade.

Ao falar do caráter contemplativo do materialismo antigo, Marx tem em mente a circunstância de que o conhecimento era analisado apenas como resultado da influência dos objetos sobre o sujeito conhecedor, sobre seus órgãos dos sentidos, e não como produto do desenvolvimento de sua atividade no mundo material. Dessa forma, o materialismo antigo separava o conhecimento da atividade sensível, das relações práticas da vida da pessoa com o mundo circundante (LEONTIEV, p. 43).

No capítulo III, “O problema da atividade na psicologia”, do já referido livro, Leontiev (2021) discute os problemas da atividade enquanto categoria dentro da psicologia pré-marxista e idealista, demonstrando os seus limites para o estudo dos problemas psicológicos fundamentais. Em termos metodológicos, o comum entre as diferentes correntes da Psicologia é que todas elas partem da seguinte relação binária de análise: influência sobre os sistemas receptores do sujeito fenômenos de resposta (objetivos e subjetivos) suscitados por aquela influência. Para o autor, esse sistema binário, e o caráter diretivo que ele oculta, é insuficiente para explicar os fatos psicológicos sem apelar para o idealismo, pois exclui do processo a atividade objetiva do sujeito (suas relações reais com o mundo objetivo), tratando-a como categoria

abstrata. Todas as tentativas de superação desse sistema, engendradas pela psicologia pré-marxista e idealista, resultaram na mesma binaridade.

Segundo Leontiev (2021), a superação deste esquema binário de análise só pode ocorrer por meio da introdução da categoria de atividade objetual. Sobre tal categoria, o autor afirma:

A atividade é uma unidade molar, não aditiva, da vida do sujeito corporal e material. No sentido mais estrito, ou seja, no nível psicológico, é uma unidade da vida mediada pelo reflexo psíquico, cuja função real consiste em orientar o sujeito no mundo objetivo. Em outras palavras, a atividade não é a reação ou um conjunto de reações, mas um sistema que tem estrutura, transições e formações internas e desenvolvimento próprio. (LEONTIEV, 2021, p. 103-104).

Nesse sentido, a *atividade* não é uma entre outras categorias que explicam a constituição da subjetividade, mas a unidade nuclear da vida do sujeito em sociedade. Portanto, “a introdução dessa categoria na psicologia permite considerar o sujeito inserido na realidade objetual e como essa se transforma em realidade subjetiva” (ASBAHR, 2005, p. 109). A atividade é o meio pelo qual os sujeitos se apropriam da realidade onde estão inseridos. É por meio dela que os diferentes indivíduos singulares interiorizam a consciência histórico-social da humanidade, mediada por significações construídas historicamente.

Na THC, a consciência é determinada pela vida social, isto é, constitui-se na relação entre o sujeito e a realidade e, como tal, depende das condições concretas que estão postas em determinado tempo histórico (VIGOTSKI, 2009; LEONTIEV, 2021). Por essa via, é impossível atribuir a essa categoria caráter imutável (BERNARDES, 2017; LEONTIEV, 2005), pelo contrário, transforma-se dialeticamente no espaço-tempo da vida em sociedade. Aqui reside o aspecto histórico-social da consciência e sua fundamentação materialista histórico-dialética de cunho marxista sob a qual Vigotski fundamentou sua teoria da formação do psiquismo humano.

Além disso, enquanto reflexo psíquico da realidade objetiva que se forma na atividade que o sujeito exerce sobre os objetos do mundo, Bernardes (2017) destaca mais duas características do seu processo de constituição na concepção da THC: o seu aspecto cognoscitivo e teleológico. O primeiro significa que a consciência se forma na atividade mediada por instrumentos e signos sócio-históricos (VIGOTSKI, 2007), por meios dos quais os sujeitos se apropriam dos significados dos objetos

sobre os quais agem, ou seja, a formação da consciência se dá no processo de apropriação, pelos sujeitos, dos significados sociais que estão impressos na cultura (entendida aqui como toda a produção humana, seja material ou imaterial), por isso, é o ato de conhecer e entender o mundo. Por esse prisma, as significações sociais, bem como os conceitos que medeiam a relação sujeito-mundo são meios e fins da atividade singular de internalização da realidade social. Ou seja, o sujeito se apropria dos significados das coisas na relação com o mundo e com os demais sujeitos e, ao se subjetivar esse arcabouço cultural, usa-o para agir e transformar o mundo em que vive, em um processo constante de transformação dialética. Em síntese:

A consciência constitui-se como reflexo psíquico da realidade objetiva, mediada pelas significações sociais elaboradas historicamente, que regula a conduta, a atividade prática e o conjunto de ações realizado pelos sujeitos (BERNARDES, 2017, p. 112).

Para a teoria histórico-cultural e para Leontiev (2021) em particular, a natureza objetual da atividade não se relaciona somente aos processos cognitivos, mas às esferas da necessidade e das emoções. Além disso, a necessidade pode aparecer como condição do organismo sem, com isso, assumir a função de reguladora da sua atividade, ou como orientadora e reguladora da atividade concreta do sujeito no mundo objetivo. Esse segundo caso só é possível quando ela encontra o seu objeto, isto é, aquilo que a corresponde. É isso, segundo o autor, que coloca a necessidade em um nível propriamente psicológico.

No processo histórico-social de constituição da humanidade, homens e mulheres “construíram infindáveis objetos para satisfazerem suas necessidades. Ao fazê-lo, produziram não só objetos, mas também novas necessidades e, com isso, novas atividades” (ASBAHR, 2005, p. 109). Mesmo correndo o risco de cairmos em um reducionismo, pois a constituição da sociedade é atravessada por muitos acontecimentos, podemos dizer que a necessidade de passar o conhecimento às novas gerações criou às escolas e, conseqüentemente, à profissão docente.

Sobre os diferentes tipos concretos de atividade, Leontiev (1983) ressalta que, na realidade, sempre estaremos na presença de atividades específicas, que podem ser diferenciadas entre si por qualquer traço significativo - forma, modos em que se realiza, lugar e tempo, aspectos emocionais etc. Mas, o que diferencia uma atividade da outra é o seu objeto, pois é ele quem orienta a atividade. Além do mais, para o

autor, o objeto da atividade é seu verdadeiro motivo. Entende-se que este pode ser tanto material como ideal, tanto revelado na percepção como só na imaginação, no pensamento. O fundamental é que por trás do motivo (do objeto) está sempre a necessidade, que ele responde a uma ou outra necessidade.

A primeira condição de toda a atividade é uma necessidade. Todavia, em si, a necessidade não pode determinar a orientação concreta de uma atividade, pois é apenas no objeto da atividade que ela encontra sua determinação: deve, por assim dizer, encontrar-se nele. Uma vez que a necessidade encontra a sua determinação no objeto (se "objetiva" nele), o dito objeto torna-se motivo da atividade, aquilo que o estimula. (LEONTIEV, 2004, p. 107-108)

O referido autor apresenta e discute a estrutura geral da atividade como a unidade da vida material e corporal humana por meio da qual processos com objetos materiais externos se transformam em processos que ocorrem no plano mental, isto é, no plano da consciência. Além do objeto, da necessidade e do motivo, a atividade não pode existir sem as ações. Estas apresentam aspecto intencional (o que deve ser alcançado), os objetivos, e operacionais (como, de que modo isso pode ser alcançado), as operações.

Chamamos de ação o processo que se vê subordinado a um objetivo consciente. Assim como o conceito de motivo está correlacionado com o conceito de atividade, o conceito de objetivo está correlacionado com o de ação. (LEONTIEV, 2021, p. 123).

As ações estão relacionadas ao que deve ser atingido, a um objetivo, enquanto as operações estão vinculadas aos meios para se alcançar o objetivo, isto é, aos diferentes procedimentos que o sujeito realizará. A origem das ações está nas "relações de trocas por meio de atividades; toda operação é resultado da transformação de uma ação por meio da sua inclusão em outra ação e subsequente tecnização" (LEONTIEV, 2021, p. 128).

A Teoria Psicológica da Atividade, proposta por Leontiev e colaboradores, foi utilizada como parâmetro para um conjunto de estudos no campo da Didática Desenvolvimental. Porém, antes de entrarmos na apresentação do processo histórico de construção dessa didática, vamos aproximar a Teoria Psicológica da Atividade do campo pedagógico, espaço social que nos interessa particularmente neste estudo. Assim, discutiremos como cada um dos componentes da atividade se insere no contexto da atividade de ensino e aprendizagem.

Bernardes (2009) define os motivos concretos, tanto para os professores quanto para os escolares, que deveriam orientar a atividade de ensino e aprendizagem enquanto processo particular de apropriação da cultura e desenvolvimento do pensamento teórico:

No caso da atividade de ensino, o motivo é determinado pela necessidade do educador ensinar o conhecimento teórico-científico elaborado sócio-historicamente, promovendo a humanização e a transformação dos estudantes por meio de ações conscientes e intencionais definidas na organização do ensino. Na atividade de aprendizagem, o motivo é definido pela necessidade de o estudante se apropriar do conhecimento sócio-histórico, tornando-se herdeiro da cultura, humanizando-se. Tanto na atividade de ensino quanto na atividade de aprendizagem, o motivo e o objetivo correspondem à necessidade de humanização dos indivíduos na relação com o gênero humano (BERNARDES, 2009, p. 239)".

A autora defende que a atividade pedagógica é a unidade dialética entre ensino e aprendizagem. Nessa perspectiva, tanto professores quanto estudantes se educam por meio das ações e operações que realizam no contexto da sala de aula. A diferença está nos lugares que ocupam ao realizarem suas atividades, isto é, estudantes realizam ações e operações de estudo e professores, ações e operações de ensino. Por sua vez, o lugar comum se situa na correspondência entre objetivos e motivos e a necessidade dos sujeitos de humanizarem-se.

Além disso, vimos que o conceito de atividade também envolve os modos pelos quais ela se realiza, ou seja, as ações. Leontiev (1983) define por ação o processo que se subordina a representação daquele resultado que haverá de ser alcançado, ou seja, o processo que se subordina a um objetivo consciente. Em relação às ações na atividade de ensino, Bernardes (2009) afirma que ela possui uma dupla objetivação: a primeira pertence à dimensão social da educação, a sua finalidade escolar, e se refere à constituição do gênero humano no processo de apropriação da produção científico-cultural humana, elaborado sócio-historicamente, no âmbito da sala de aula, que promove a transformação e o desenvolvimento dos sujeitos. Portanto, a primeira objetivação é a internalização do conhecimento científico-cultural e, conseqüentemente, as mudanças promovidas por ele no desenvolvimento psíquico real dos estudantes e professores. A segunda objetivação

Vincula-se diretamente à atuação profissional do educador. Refere-se ao conteúdo da atividade de ensino, ou seja, o que e de que forma se organiza o ensino. A seleção e a identificação do conhecimento teórico-científico a ser ensinado na escola e a definição das condições adequadas para a materialização da organização das ações de ensino na atividade pedagógica requerem que o educador materialize o segundo objeto da atividade de ensino. O produto desta atuação profissional é a elaboração de um instrumento que medeia o conhecimento que se objetiva e se materializa na organização das ações do ensino (BERNARDES, 2009).

Nesse sentido, conforme a autora, a objetivação se faz tanto na dimensão psíquica dos sujeitos da atividade, que se desenvolvem quantitativamente e qualitativamente, quanto na dimensão material da prática do professor que elabora os instrumentos que medeiam o conhecimento, objetivado na organização da atividade pedagógica.

Agora, faremos a primeira aproximação dos componentes da atividade de Leontiev em relação ao contexto particular desta pesquisa. Em seguida, entraremos nas particularidades da Didática Desenvolvimental e como este trabalho se vale dela para a sua concretização.

Tomando a estrutura da atividade geral para se pensar o ensino-aprendizagem do conceito de *substância química*, que é o conceito que mediará as ações pedagógicas durante a parte empírica desta pesquisa, podemos dizer que a atividade particular é a Atividade de Estudo³, pois o objeto é um conceito científico, e é através dela que os estudantes se apropriam dos conteúdos teóricos. A necessidade social é de humanização por meio da internalização da produção científico-cultural humana, encontrando na atividade pedagógica, entendida como unidade dialética entre ensino e aprendizagem (BERNARDES, 2009), a regulação e orientação da atividade de estudo. No encontro da necessidade social e do objeto da sua satisfação forma-se, conseqüentemente, o motivo pessoal para a atividade. As ações de estudo se expressam nas tarefas pensadas, produzidas e executadas para servirem como meios de apropriação do conceito de *substância química*. Já as operações estão relacionadas aos procedimentos necessários para a realização das tarefas de estudo,

³ Logo adiante, discutiremos o conceito de Atividade de Estudo e a sua inserção na Psicologia Histórico-Cultural e, em especial, no Sistema Didático Elkonin-Davydov, sistema este que emergiu dos estudos encaminhados por seguidores de Vigotski no campo da Didática Desenvolvimental.

bem como as condições objetivas (materiais) e subjetivas (o nível de desenvolvimento dos sujeitos em relação à atividade proposta) para a sua execução.

Se o objetivo da atividade pedagógica é permitir que os escolares se apropriem do conhecimento científico, e a finalidade direta de sua ação é produzir desenvolvimento psíquico e a formação do pensamento teórico, cabe ao professor organizar o ensino de maneira a dar conta desses objetivos (ASBAHR; BERNARDES, 2007). Nessa perspectiva, entramos no contexto da organização do ensino que desenvolve, isto é, o da *Didática Desenvolvimental*. Portanto, passamos a nos preocupar não só com a atividade enquanto mediação geral entre sujeito e mundo objetivo, mas a uma atividade particular que é construída no contexto escolar, a Atividade de Estudo, bem como o seu conteúdo específico - o conhecimento teórico.

Diante das premissas anunciadas até aqui, é preciso situar o campo da Didática Desenvolvimental no seu processo histórico de constituição, destacando suas particularidades e tecendo seus fundamentos para a organização do ensino-aprendizagem. Faremos isso inserindo e delimitando os propósitos deste trabalho de pesquisa.

1.2 Didática desenvolvimental: sistema Elkonin-Davydov e suas bases didático-metodológicas

Como foi dito, as bases teóricas desta pesquisa estão centradas nos fundamentos e princípios gerais da Psicologia Histórico-Cultural (PHC) sobre a formação do psiquismo humano. Esta corrente teórica emergiu na terceira década do século XX, na antiga União Soviética, representada pelos trabalhos de Lev Vigotski e colaboradores e, posteriormente, pelos estudos de S. L. Rubinstein (PUENTES; LONGAREZI, 2017). Entre as teses e pressupostos dessa teoria, uma em especial desencadeou um conjunto de estudos no campo da Psicologia, da Educação em geral e da Didática em particular. É a tese sobre o papel da educação no desenvolvimento psíquico do ser humano (VIGOTSKI, 2009).

Apesar de não terem como objetivo a formulação de uma teoria didática, isto é, uma teoria sobre o ensino, os trabalhos de L. S. Vigotski e A.N. Leontiev, dois dos representantes da primeira geração de pesquisadores formuladores da PHC e da

Teoria da Atividade, contribuíram para a constituição de um corpo conceitual que serviu de base a um conjunto de pesquisas teóricas e experimentais no campo da aprendizagem escolar, principalmente a partir da década de 50, com os trabalhos de L. V. Zankov (1901-1977), P. Ya. Galperin (1902-1988), D. B. Elkonin (1904-1984), V. V. Davidov (1930-1998), N. F. Talizina (1923-2018) entre outros autores, culminando na formulação de sistemas didáticos construídos a partir da interpretação das teses vigotskianas sobre o papel da educação no desenvolvimento das funções psicológicas superiores.

Davydov e Márkova (2021), em texto publicado em 1981, afirmam que a *Didática Desenvolvimental* está ancorada nas teses de L. S. Vigotski e S. L. Rubinstein sobre o papel da educação e da aprendizagem no desenvolvimento psíquico do ser humano, em um dos princípios dialético-materialistas fundamentais da psicologia soviética, no princípio da unidade da psique e da atividade (S. L. Rubinstein e A. N. Leontiev), no contexto da Teoria Psicológica da Atividade (A.N. Leontiev) e em estreita vinculação com a Teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais e tipos de aprendizagem proposta por P. Ya. Galperin, N. F. Talizina e outros.

Entretanto, alguns autores afirmam que, apesar da íntima relação entre a *Didática Desenvolvimental* e sua base psicológica, é importante destacar que a psicologia soviética jamais seria um corpo teórico homogêneo, coeso e monolítico, como se tem pensado e afirmado no Ocidente. É possível enumerar pelo menos quatro tendências que resultaram, justamente, das divergências internas dentro desse campo científico: 1) a Psicologia (propriamente dita); 2) a Psicologia histórico-cultural; 3) a Psicologia histórico-cultural da atividade; e 4) a Psicologia histórico-cultural da subjetividade (PUENTES; LONGAREZI, 2017; PUENTES, 2019; LONGAREZI, 2020).

A Psicologia Histórico-Cultural da atividade tem como representante mais conhecido Alexei Nikolaevich Leontiev (1903-1979). Porém, é uma teoria que foi e está sendo construída com a ajuda de muitos colaboradores e seguidores (como A. R. Luria, D. B. Elkonin, A. V. Zaporozhets, P. Ya. Galperin, P. I. Zinchenko, L. A. Venguer, A. A. Leontiev, A. G. Asmolov e B. Bratus, entre outros) (PUENTES; LONGAREZI, 2017).

Sem perder de vista a tese fundamental da relação ensino-aprendizagem (que é o que nos interessa aqui) postulada por Vigotski (2009), de que o ensino e a aprendizagem, visto como unidade, é fator determinante para o desenvolvimento das potencialidades humanas (cognitivas, emocionais, psíquicas...), é na PHC da atividade “que se estabeleceram as bases e os princípios fundamentais da *Didática Desenvolvimental*” (PUENTES; LONGAREZI, 2017, p. 194), isto é, os fundamentos didáticos para a organização dos processos de ensino-aprendizagem que tem como finalidade o desenvolvimento cognitivo, emocional e volitivo dos sujeitos.

A gênese da Teoria Desenvolvimental da Aprendizagem está situada no final da década de 1950, com os trabalhos iniciais de L. V. Zankov, P. Ya. Galperin, D. B. Elkonin, V. V. Davidov e N. F. Talizina (PUENTES; LONGAREZI, 2017). Assim como o campo da Psicologia soviética não era, e não é formado por um corpo teórico coeso e indistinto, o da Didática Desenvolvimental da Atividade também não o é. Assim, apesar desta fazer parte da matriz teórica comum inspirada na obra de L. S. Vigotski (1956, 1960, 1982, 1983, 1984, 1996), S. L. Rubinstein (1946, 1958, 1976) e A. N. Leontiev (1959, 1983), traduz de maneiras diferentes alguns dos principais postulados por esses autores, “sobretudo de Vigotski, o que gerou o surgimento de pelo menos três sistemas didáticos distintos: a) o sistema Zankoviano, b) o sistema Galperin-Talízina e, c) o sistema Elkonin-Davidov-Repkin⁴” (PUENTES, 2017, p. 3).

No sistema zankoviano, o foco está no estabelecimento dos métodos para a organização do ensino dos conteúdos escolares. No sistema Galperin-Talízina, a centralidade está na formulação de um método geral para o desenvolvimento dos conceitos e ações mentais (conhecido como teoria da formação por etapas das ações mentais e dos conceitos). Já o sistema Elkonin-Davydov baseia-se nos conteúdos escolares (conhecimentos científicos: conceitos teóricos e modos de generalização da ação) (PUENTES, 2019).

Dito isto, damos mais um passo no sentido de definir os princípios teórico-metodológicos para esta investigação. A metodologia, enquanto

⁴ Como já dissemos, o grupo de estudo GEPEDI, por meio dos trabalhos de pesquisa que realiza, destaca as contribuições de Repkin para o desenvolvimento do terceiro Sistema Didático. Entretanto, por não nos determos sobre as contribuições desse autor ao longo desse trabalho de pesquisa, passaremos a chamar o sistema somente de Elkonin-Davydov.

estabelecimento/delineamento das ações de pesquisa, está vinculada aos objetivos da pesquisa. Nesse sentido, é preciso que eles sejam definidos e estejam claros. Para este estudo, temos o seguinte objetivo: utilizar os princípios didáticos-pedagógicos da Didática Desenvolvimental para a organização do ensino-aprendizagem do conceito de substância na EJA, almejando analisar a formação teórica desse conceito em estudantes dessa modalidade da educação básica, em aulas de ciências. A necessidade desse estudo parte da tese de que a educação que não promove o desenvolvimento do pensamento teórico nos estudantes, aprisiona-os nos limites empíricos da realidade, não permitindo que eles possam atuar de forma consciente, independente e crítica sobre a vida concreta (DAVYDOV, 1988).

No livro "A dialética do concreto", Kosik (2002), fundamentado nas teses de Marx, afirma que a essência da realidade concreta (a coisa em si, sua lei, o necessário) não se revela ao indivíduo de maneira imediata, mas se esconde na aparência fenomênica. Para que se possa compreender a realidade na sua essência, é preciso que se faça esforço, um desvio em direção à verdade oculta por trás do fenômeno aparente. Tal esforço, segundo Kosik (2002), não é exigido na atividade prática que os sujeitos exercem cotidianamente, pelo contrário, no modo prático-utilitário com que se relaciona com as coisas o indivíduo cria suas próprias representações destas coisas e constrói todo um sistema correlativo de noções que capta e fixa o aspecto fenomênico como sendo a realidade. Entretanto, a "existência real" e as formas fenomênicas da realidade são diferentes e, muitas vezes, contraditórias com a lei do fenômeno.

Kosik chama essa relação entre os sujeitos e a realidade imediata cotidiana de "práxis utilitária". Apesar da práxis utilitária imediata e o senso comum a ela correspondente colocar homens e mulheres em condições de orientarem-se no mundo, de familiarizar-se com as coisas e manejá-las, eles não proporcionam a compreensão das coisas da realidade (KOSIK, 2002, p. 14). Portanto, é preciso que se criem as condições para que se desenvolva no sujeito as potencialidades necessárias para o desvelamento da realidade. Quem permite o entendimento dela é a Ciência e a Filosofia (KOSIK, 2002) e, sendo a escola o lugar historicamente destinado ao ensino

dos conhecimentos científico-filosóficos, é desta o maior papel na formação desse sujeito crítico, consciente e capaz de compreender a essência da realidade.

Estabelecido o objetivo e a necessidade desta pesquisa, é possível retornar e situá-lo no campo teórico-conceitual adotado, a fim de que os elementos necessários para o seu desenvolvimento sejam encontrados e delimitados. O conceito central do objetivo desta pesquisa é o de formação do pensamento teórico. Aqui cabem as seguintes perguntas: em qual dos três sistemas didáticos apresentados anteriormente tal conceito aparece como finalidade nuclear do ensino-aprendizagem desenvolvimental? De qual forma o ensino-aprendizagem deve ser organizado para que os estudantes passem a pensar teoricamente?

É no sistema didático Elkonin-Davydov que o pensamento teórico ganha centralidade nos processos de ensino-aprendizagem desenvolvimental. As teses fundamentais desse sistema foram desenvolvidas por D. B. Elkonin e V. V. Davydov, em colaboração com um grupo numeroso de cientistas e professores (PUENTES, 2017; PUENTES; LONGAREZI, 2017, PUENTES, 2019), tendo a Teoria da Atividade de Estudo como centralidade neste sistema (PUENTES, 2019).

Davydov (1988) chama a atenção dos pedagogos para o fato de que o papel da escola contemporânea não é fornecer às crianças uma soma de conhecimentos prontos, mas ensinar-lhes a orientarem-se independentemente na informação científica e em qualquer outra informação. Para tanto, recomenda-se que o ensino seja organizado de modo a impulsionar o desenvolvimento das potencialidades dos escolares pela via da formação de conceitos teóricos, isto é, do pensamento teórico. Portanto, a tese de Davydov está sintetizada na ideia de que,

A escola democrática é a que ensina os alunos a pensar teoricamente e, sendo assim, a conquista do conhecimento *teórico* supõe o desenvolvimento das capacidades de pensamento por meio de metodologias e procedimentos sistemáticos do pensar (LIBÂNEO; FREITAS, 2019, p. 213).

No sistema Elkonin-Davydov, a formação do pensamento teórico se dá pela via da realização, por parte do escolar e em colaboração com o professor e demais colegas de turma, de um tipo de atividade adequada à atividade humana, e que permite reproduzir o processo lógico-histórico do objeto de estudo. A esse respeito, Puentes e Longarezi (2017, p. 196-97) afirmam:

Com base nos trabalhos de A. N. Leontiev (1983), sobre teoria psicológica da atividade, e de D. B. Elkonin (1966), sobre o problema da periodização do desenvolvimento psíquico, Davídov chegou a determinar que o processo de assimilação, por parte da criança, dos rudimentos das formas da consciência social e as formações espirituais correspondentes exigem dela a realização de um tipo de atividade adequada à atividade humana historicamente representada nelas que chamou de “atividade de estudo”.

A atividade de estudo é, portanto, condição elementar para que se desenvolva nos escolares o pensamento teórico. O escolar só passa a ser, de fato, estudante quando entra em atividade de estudo, isto é, quando consegue realizar ações e operações conscientes direcionadas ao objeto da sua atividade (conhecimento teórico), correspondendo a necessidades e motivos também conscientes. Sobre os seus procedimentos, como ações a serem adquiridas pelos escolares, Rubtsov (1996, p. 130) afirma que:

[...] É através de uma atividade concreta que o conteúdo dos conhecimentos é adquirido e que as regras que comandam este processo de aquisição são estabelecidas. Este processo torna-se, então, o meio pelo qual problemas típicos de uma ou outra atividade (jogo, trabalho etc.) podem ser resolvidos. Mas quando se trata da atividade de estudo, então, estes processos de aquisição tornam-se o objetivo direto e o problema a ser resolvido por essa atividade.

Isso significa que o objetivo da atividade de estudo é permitir que os escolares se apropriem das formas de ação gerais típicas dessa atividade (RUBTSOV, 1996), e que permitam a eles agirem sobre o objeto a ser apropriado, isto é, o seu conteúdo científico, de modo teórico. Portanto, o mais importante no desenvolvimento desta atividade “é formar no escolar o procedimento de tal atividade, ou seja, o fundamental é formar nele a capacidade de domínio do procedimento geral de construção do objeto estudado” (MILLER, 2019, p. 81) como condição para a formação do próprio conceito teórico. Neste processo, os escolares aprendem de modo consciente os conhecimentos científicos, pois não os recebem de forma pronta, mas apreendem as condições de sua origem por meios de ações específicas, graças às quais revelam e constroem, também, a conexão essencial e geral dos objetos, servindo de fonte para as abstrações, generalizações e conceitos teóricos (DAVYDOV, 2019).

Situado o lugar do conceito central que compõe o objetivo de estudo desta pesquisa no sistema referencial da *Didática Desenvolvimental* em geral, e no Sistema Didático Elkonin-Davydov em particular, cabe delinear a estrutura e o conteúdo da

atividade de estudo que permitem a formação dos conceitos teóricos como finalidade do processo de ensino-aprendizagem. Antes de tudo, é importante dizer que para a *Didática Desenvolvimental* “a exposição do conhecimento científico se realiza pelo procedimento de ascensão do abstrato ao concreto, em que se realizam as abstrações e generalizações substantivas e os conceitos teóricos” (DAVYDOV, 1988, p. 160).

No texto “Abstração, generalização e formação de conceitos”, Freitas e Libâneo (2019, p. 230-31), com base nos fundamentos da *Didática Desenvolvimental*, afirmam que as ações didáticas necessárias à formação do pensamento teórico ou formação de conceitos científicos correspondem a três momentos integrados entre si:

1º momento: abstração substantiva - o professor apresenta aos alunos uma tarefa na forma de problema (situação, questão, desafio para ser resolvido ou respondido). Eles iniciam analisando os elementos, as informações e os dados presentes no problema da tarefa com o objetivo consciente de identificar e abstrair o traço geral, a relação universal e essencial própria do objeto. **2º momento:** modelação da relação geral - os alunos produzem um modelo (gráfico, verbal ou material) da relação geral universal identificada, expressando o resultado da abstração substantiva que realizaram, ou seja, um modelo que reflete a relação universal constitutiva do objeto. A importância fundamental desse modelo é que, desde que formulado corretamente, serve como referência para os passos seguintes para todas as futuras situações em que o aluno se deparar com o mesmo objeto. **3º momento:** generalização substantiva: com a abstração substantiva e o modelo da relação universal, os alunos passam a analisar diversas situações ou problemas contextualizados envolvendo o objeto (situações singulares particulares). Eles buscam detectar, nessa forma particular do objeto, a presença da relação universal que o rege. Isso corresponde à generalização substantiva: compreender a unidade do universal e do singular no objeto, ou seja, o seu conceito teórico (p. 230-231).

Nesse sentido, as ações de estudo estão orientadas para a produção e resolução de tarefas que permitem não só a apreensão, pelos estudantes, do conceito teórico, mas também os procedimentos de sua reprodução (DAVYDOV, 1988) por meio das abstrações e generalizações substantivas. A tarefa de estudo é cumprida primeiramente em colaboração com o professor, depois de forma independente, mediante seis ações de estudo: 1- transformação do objeto a fim de revelar a sua relação universal; 2- modelação da relação universal identificada; 3- transformação do modelo para estudar suas propriedades em “forma pura”; 4- resolução de tarefas particulares por meio do procedimento geral; 5- controle da realização das ações

anteriores; 6- avaliação da aprendizagem do procedimento geral como resultado da solução da tarefa de estudo dada (DAVYDOV, 1988).

Sobre a tarefa de estudo como nuclear na Teoria da Atividade de Estudo, Elkonin (1961, apud Davydov e Márkova, 2019, p. 199) afirma:

A unidade fundamental (célula) da atividade de estudo é a tarefa de estudo... A principal diferença entre esta e outras tarefas consiste em que sua finalidade e resultado é a transformação do próprio sujeito atuante e não a transformação das coisas com as quais o sujeito atua." Ao mesmo tempo, ele ressaltou que "não é possível nenhuma transformação no sujeito fora das ações objetivas que ele realiza".

O papel da tarefa de estudo é promover transformações nos escolares e não no objeto da atividade. Nesse sentido, a mudança que ocorre no objeto de estudo se dá no nível subjetivo. Em outras palavras, as ações e operações que os escolares realizam no processo de assimilação dos conceitos científicos, sob a direção do professor, promovem alterações no entendimento que eles possuem sobre tais conceitos, modificando o objeto da atividade no plano ideal dos estudantes.

O resultado da atividade de estudo, durante a qual tem lugar a assimilação de conceitos científicos, é, em primeiro lugar, a transformação do aluno e seu desenvolvimento. Em geral, se pode dizer que esta transformação é a aquisição pela criança de novas capacidades, ou seja, de novos procedimentos de ação com os conceitos científicos. Assim, a atividade de estudo é, em primeiro lugar, aquela atividade cujo produto são as transformações no aluno. Trata-se de uma atividade de autotransformação, e nisto consiste sua principal característica. (ELKONIN, 1961, apud DAVYDOV e MÁRKOVA, 2019, p. 199).

Exposto o movimento pelo qual ocorre a formação de conceitos científicos pelos escolares no contexto da atividade de estudo, e concebendo este processo como pertencente ao universo consciente da atividade pedagógica, é preciso que ele seja previamente planejado pelo professor para que conduza a atividade dos escolares no sentido da apropriação teórica do objeto a ser internalizado. Isso significa que o professor planeja e organiza a atividade de ensino-aprendizagem antes de colocá-la em movimento em sala de aula, permitindo que ele tenha consciência do processo como um todo.

Assim, entendendo o trabalho docente como uma atividade intencional, consciente e autônoma, ele pressupõe planejamento e organização prévias das ações que os estudantes deverão realizar no decorrer do processo formativo. Na

perspectiva da *Didática Desenvolvimental* aqui assumida, que pressupõe a formação do pensamento teórico como uma das finalidades da educação escolar, a organização da atividade de estudo em sala de aula requer que os escolares estejam em movimento de apropriação do conceito científico “como síntese da atividade humana na busca da compreensão e controle dos objetos e fenômenos da realidade objetiva” (SFORNI, 2019, p. 90). Nesse sentido,

[...] O ensino de todas as matérias na escola deve ser estruturado de modo que, como escreveu Ilenkov, “seja reproduzido, de forma condensada e abreviada, o processo histórico real da gênese e desenvolvimento do conhecimento” (DAVYDOV, 1988, p. 161).

Nessa perspectiva, Sforni (2017), ancorada na *Didática Desenvolvimental*, propõe um modo geral de organização do ensino que se estrutura em três ações fundamentais de planejamento. A primeira ação envolve a análise do objeto, do sujeito da aprendizagem e dos processos afetivo-cognitivos a serem envolvidos. Segundo a autora, a análise do objeto da aprendizagem requer encontrar nele o que é nuclear e essencial. Para tanto, é necessário analisar a gênese do conceito e seu movimento lógico-histórico. No caso do sujeito, a análise inclui o nível de desenvolvimento atual, que para Vigotski (2009) significa o que eles sabem fazer sem a ajuda dos professores ou de colegas mais experientes, e a previsão do nível de desenvolvimento esperado, conforme Vigotski (2009) é o que se espera que eles façam após se envolverem em atividades de estudo. Além disso, é preciso olhar para as vivências dos escolares e entender como o conceito a ser mediado pode explicá-las. Por fim, o ponto de partida do planejamento também requer a análise da unidade afeto-cognição. É preciso pensar em problemas que motivem os escolares a se apropriarem do conceito que será estudado. A partir dessas análises, é possível a definição do objetivo geral e objetivos específicos da atividade de estudo. O primeiro se refere ao domínio pelos escolares do nuclear do conceito. Já os específicos são as ações mentais mediadas pelo conceito: comparar, analisar, investigar, deduzir, fazer induções, estabelecer relações etc.

Ainda segundo Sforni (2017), a segunda ação no planejamento do ensino envolve os processos metodológicos. Estes obedecem à lógica do procedimento de redução do concreto imediato ao abstrato e ascensão do abstrato ao concreto, bem como o caminho do interest específico, ações realizadas e compartilhadas entre os

sujeitos, ao intraespecífico, ações realizadas internamente na formação das operações intelectuais pelo sujeito. Esse percurso metodológico inclui os processos analíticos e de síntese que podem ser realizados a partir de atividades em grupo, exposição verbal do professor, leituras dirigidas, situações-problema, atividade em laboratório, pesquisa de campo, ou qualquer procedimento que permita a passagem das ações externas com o conceito às ações internas, subjetivas.

Nesse sentido, ao planejar o ensino, o professor precisa: elaborar problemas desencadeadores cuja solução exige dos estudantes a mediação do conhecimento teórico; pensar em momentos em que os escolares dialoguem entre si durante a análise do material e a produção de sínteses coletivas; usar textos científicos da área de conhecimento e orientar o processo de elaboração de sínteses conceituais pelos educandos.

Por fim, a terceira ação de planejamento envolve a avaliação do processo de ensino-aprendizagem. Nela, o professor apresenta aos estudantes uma nova situação singular, concreta, de modo que eles possam analisá-la e resolvê-la utilizando o conceito teórico estudado (SFORNI, 2017).

Em síntese, no processo de planejamento e organização da atividade de ensino-aprendizagem, na perspectiva teórica aqui adotada, o professor, no plano das ideias, antecipa e põe à prova todas as ações que possibilitarão a apropriação do conteúdo teórico do objeto a ser ensinado/aprendido pelos escolares. Portanto, antecipadamente, o professor estrutura a atividade de estudo como um caminho a ser percorrido para que os estudantes internalizem o conceito científico que será mediado no contexto da sala de aula.

Na primeira ação de planejamento proposta por Sforini (2017), analisa-se o processo lógico-histórico de constituição do conceito a ser mediado, em nosso caso, o de *substância química*. A apresentação dos sujeitos, como segunda ação de planejamento, é feita no capítulo sobre os procedimentos metodológicos, pois no âmbito da metodologia adotada nesta pesquisa, o Experimento Didático Formativo, a análise dos sujeitos compõe uma de suas etapas. Do mesmo modo, a tarefa de estudo para o ensino do conceito de substância química é apresentada no texto sobre a metodologia.

1.2.1 Análise do movimento lógico-histórico do conceito de substância química

Ao traçar o percurso lógico-histórico do conceito de *substância química*, um dos objetivos é encontrar aquilo que lhe é nuclear para que seja dominado pelos escolares no decorrer da Atividade de Estudo. Ou seja, encontrar a essência do conceito. Outro objetivo é permitir que o professor possa construir as tarefas de estudo de acordo com o percurso de construção do próprio conceito, obedecendo, é claro, o movimento de ascensão do abstrato ao concreto defendido por Davydov (1988).

Para Sforzi (2017; 2019), a análise do processo histórico de um conceito implica os seguintes questionamentos: qual a necessidade humana por trás do conceito (de substância)? Ele foi desenvolvido para explicar qual(is) fenômeno(s) da realidade objetiva?

A escolha do conceito de substância como objeto de ensino durante a Atividade de Estudo com os escolares da EJA se deu por ele ser considerado nuclear para o desenvolvimento do pensamento químico, pois a sua compreensão é fundamental para a estruturação de diversos outros conceitos, como o de elemento, mistura, reações químicas entre outros (SILVA; AMARAL, 2013; LAMBACH; MARQUES, 2011; PANE, 2015; SILVA, 2017 entre outros). Ademais, pesquisas realizadas desde a década de 90 indicam dificuldades na aprendizagem desse conceito pelos escolares, principalmente devido ao caráter polissêmico do termo substância no cotidiano dos estudantes e aos problemas de desatualização dos livros didáticos que servem de guia para a preparação das aulas pelos professores (ARAÚJO et al, 1995).

Essa problemática se repete em uma pesquisa recente realizada por Bellas et. al (2019), quando, ao analisarem seis livros didáticos para o ensino médio, constatam que nenhuma das obras examinadas apresenta o conceito de *substância química* de modo totalmente satisfatório.

Diante disso, ratificamos a importância da análise do processo lógico-histórico do conceito como premissa necessária à organização do ensino-aprendizagem, pois é através desse processo que poderemos enxergar a gênese e o movimento de constituição do conhecimento a ser ensinado, sem o qual o conteúdo da Atividade de

Estudo se torna estático e o seu ensino memorístico. Dentro da perspectiva teórica que estamos adotando neste trabalho de pesquisa, isso significa refazer, mesmo que de modo abreviado, o percurso histórico de formação do conceito de substância a fim de que possamos entender como este foi construído e quais percursos seguiu até o seu entendimento atual.

Nesse sentido, não basta sabermos o nível atual que o conceito possui e transmiti-lo a um conjunto de estudantes que nada fazem, a não ser memorizá-lo e aplicá-lo a um conjunto de provas previamente elaboradas pelo professor, pela escola ou outra instituição. É preciso criar uma série de tarefas que possam colocar os escolares em movimento de apropriação do objeto de estudo como constructo humano, por isso, histórico.

De acordo com Davydov (1988), os escolares devem trilhar um caminho quase que de pesquisa em relação ao objeto de estudo. Porém, ao invés de seguir o percurso do concreto ao abstrato, próprio do percurso histórico da atividade científica, eles precisam fazer o caminho inverso, do abstrato ao concreto. Isso significa partir do geral (da concepção universal do conceito de substância) ao particular (às diferentes manifestações desse conceito). Para tanto, é imprescindível que o professor, ao organizar as tarefas de estudo, tenha entendimento do objeto no seu percurso lógico-histórico.

A análise do percurso histórico do conceito de substância química está fundamentada nos trabalhos de Vidal (1986), Oliveira (1995), Alfonso-Goldfarb (2001), Bell (2006), Lambach e Marques (2011), Porto (2013), Bellas et, al (2019), Ferreira e Lambach (2021) entre outros.

1.2.1.1 O conceito de substância química

Numa perspectiva ocidental de construção do conhecimento científico, é comum atribuírem-se aos gregos as primeiras explicações racionais sobre as transformações da matéria e sua composição (LAMBACH; MARQUES, 2011; FERREIRA; LAMBACH, 2021). É dessa época a busca de princípios gerais que

pudessem descrever a natureza e explicar os fenômenos de forma unitária (LAMBACH; MARQUES, 2011).

No século VII a. C. Tales de Mileto supôs que água é o princípio primordial do qual se derivam todas as coisas. Anaximandro (610-545 a.C.) propõe um princípio amorfo, indefinido e indeterminado em todos os planos como princípio de tudo: o *apeiron*. Para Heráclito de Éfeso (540 - * a. C) o fogo era o responsável pelas mudanças na natureza, o princípio de todas as coisas (ALFONSO-GOLDFARB, 2001; BELAS et. al, 2019; LAMBACH; MARQUES, 2011; SILVA, 2017; VIDAL, 1986).

Segundo Lambach e Marques (2011), essa concepção cosmológica materialista dos pré-socráticos acaba se mostrando problemática, pois os princípios que eles usaram como “matéria primordial” chegam a ocupar, como afirma Alfonso-Goldfarb (2001) “todo o universo real: até os sonhos, os sentimentos e os pensamentos são materializados” (p. 50). Outras hipóteses começaram a surgir em contraposição à ideia da realidade reduzida a único princípio, a um tipo de “substância” primeira.

Em oposição à ideia de um único princípio gerador de tudo, emergiu a teoria dos quatro elementos. Empédocles (490-435 a.C) foi quem introduziu a noção de que toda a matéria existente é formada, em diferentes proporções, a partir de quatro elementos: água, terra, fogo e ar. Segundo o referido filósofo, esses quatro elementos se combinavam e se separavam pela ação de duas forças universais: o amor e o ódio. Esse entendimento sobre a matéria insere um pensamento dualista à cosmologia grega (LAMBACH; MARQUES, 2011; SILVA, 2017).

É também nesse período que dois dos mais importantes sistemas teóricos para explicar a composição da matéria e as suas transformações emergiram: a teoria atômica e a teoria dos elementos (Aristóteles) (FERREIRA; LAMBACH, 2021; VIDAL 1986) que influenciaram o percurso de formação do pensamento químico e, em particular, do conceito de substância.

O atomismo foi uma doutrina filosófica formulada inicialmente no século V a.C., na Grécia, por Leucipo e seu discípulo Demócrito de Abdera. Para os atomistas, o mundo material é composto de infinitas partículas minúsculas, incriáveis e indestrutíveis, denominados átomos, que se movem incessantemente pelo vácuo e não possuem outras propriedades além de tamanho, forma geométrica e peso

(PORTO, 2013). Nesse sentido, os átomos seriam os tijolos que explicariam a composição, a diversidade e a transformação da matéria, em toda a sua diversidade (VIDAL, 1986). Os seres e objetos resultam da justaposição dos átomos que estariam em movimento perpétuo pelo espaço cujo arranjo daria origem às suas propriedades (FERREIRA; LAMBACH, 2021).

Para Lambach e Marques (2011) as ideias atomistas esbarraram na rejeição dos pensadores gregos sobre a existência do vácuo. Por sua vez, Ferreira e Lambach (2021) afirmaram que as principais críticas ao atomismo estavam na falta de explicação sobre do que seriam feitos os átomos e na concepção de que a alteração nas propriedades da matéria seria justificada pela mudança na posição e no movimento dos átomos sem que eles tivessem qualquer propriedade.

As ideias atomistas receberam duras críticas, sendo Aristóteles (384-322 a.C.) o seu maior opositor. Ele rejeitou as concepções de vazio, de existência de algo infinito e da natureza puramente mecanicista da matéria propostas pelos atomistas. Em contraposição a esse pensamento, ele retoma e reformula as ideias de Empédocles sobre os quatro elementos, desenvolvendo o seu próprio sistema para explicar a matéria e suas propriedades. Além disso, para ele a matéria é contínua e o vazio é impossível (FERREIRA; LAMBACH, 2021). Além disso, para resolver o problema do vácuo, Aristóteles introduz um quinto elemento, o éter, chamado de "quintessência" (LAMBACH; MARQUES, 2011).

Segundo Ferreira e Lambach (2021), os atomistas não formularam o conceito de substância. Já para Aristóteles a ideia de substância refere-se ao ser, a essência do ser. Nessa perspectiva, Silva (2017) sintetiza alguns atributos das substâncias apontados por Aristóteles da seguinte forma:

É algo imutável; representa algo absoluto; representa a individualidade de cada objeto; a existência das coisas depende da existência dessa substância, ou seja, as coisas existem em função da substância; não é predicada de nenhum sujeito, é elementar; pode ser material e imaterial, porém sempre representado a essência de um corpo maior (p. 712).

Para explicar do que é feita a matéria, Aristóteles afirmou que tudo é formado por uma matéria de base ou substrato e a esta se juntam as qualidades responsáveis pela sua aparência e forma. Desse modo, "o substrato torna-se matéria sensível

porque a ele se juntam propriedades e qualidades que irão ser a sua forma” (VIDAL, 1986, p. 15). Essas qualidades elementares eram: quente, seco, frio e úmido. Nesse sentido, todas as substâncias existentes seriam formadas pelos quatro elementos e cada elemento seria caracterizado por um par de qualidades (OKI, 2002). Esses pares de qualidades se relacionavam com cada elemento da seguinte maneira: para o fogo material—quente e seco; para a água material—frio e úmido; para o ar material—úmido e quente; para a terra material—frio e seco (LAMBACH; MARQUES, 2011).

Nessa perspectiva, os elementos poderiam se transformar uns nos outros, necessitando mudar somente uma das qualidades do par na sua contrária. Essa concepção aristotélica da transmutação dos elementos irá se constituir em uma das grandes influências ao pensamento alquímico (LAMBACH; MARQUES, 2011), sendo que a doutrina dos quatro elementos se transforma em guia conceitual das tecnologias usadas pela humanidade até o século XVIII (PAOLONI, 1980).

Seja do ponto de vista metafísico—a elementaridade da matéria ligada a um substancialismo/essencialismo oculto (SILVEIRA, 2003) — do realismo ingênuo—as substâncias carregam em si as propriedades de seus componentes (FERREIRA; LAMBACH, 2021) — ou de um pensamento generalista — a substância como um princípio geral comum a todas as coisas presentes na Natureza (SILVA, 2017) — o que estava em jogo era propor uma explicação para algumas questões como: do que são constituídos os materiais, os objetos que nos rodeiam? (LAMBACH; MARQUES, 2011), como explicar as transformações que observamos na Natureza?

O pensamento alquímico nasce, principalmente, sob a influência das ideias aristotélicas sobre a transmutação dos elementos (LAMBACH; MARQUES, 2011; FERREIRA; LAMBACH, 2021). Na concepção de Alfonso-Goldfarb (2001), sob tais aspectos, buscará teorizar as práticas místicas e mágicas, retirando-as do contexto religioso para convertê-las em práticas do laboratório de alquimia.

Nessa perspectiva, destaca-se a figura de Zóximo (século III d.C), considerado por alguns historiadores como o primeiro grande alquimista. Para ele, é por meio da “tortura” da matéria (em especial os metais) que se consegue a sua transformação, separando-a da sua essência. Assim, a metalicidade é uma propriedade que não depende da matéria, mas das qualidades que ela vier assumir. Nesse sentido, seria

possível retirar a qualidade de um determinado material (o ouro, por exemplo) e utilizá-la para a transformação de outros materiais (a prata, por exemplo) em ouro. (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

Segundo Alfonso-Goldfarb (2001), após Zózimo a alquimia se distancia da investigação da matéria e vai tornando-se uma doutrina mística, evocativa e intelectual. As práticas de laboratório são secundarizadas, e desaparece o interesse na evolução das práticas alquímicas. Os alquimistas da época se tornaram autoridades máximas e irrefutáveis.

Só muitos séculos depois, com o desenvolvimento da cultura árabe, é que a alquimia retoma suas preocupações com os mistérios da matéria (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). Desse período, destaca-se a teoria do enxofre-mercúrio para explicar as propriedades dos metais, elaborada por Jabir ibn Hayyan (722-804). Ele propôs que os metais seriam compostos de uma combinação de enxofre – vinculado à combustibilidade, além de ser quente e seco – e o mercúrio à volatilidade e fusibilidade, além de frio e úmido. Enxofre e mercúrio não correspondiam às substâncias que conhecemos hoje, mas significaram princípios gerais de todos os materiais (FERREIRA; LAMBACH, 2021). O enxofre correspondia ao princípio masculino, por isso ativo; o mercúrio correspondia ao que é feminino, passivo, volátil, maleável. Nesse sentido, a capacidade de um reativo em “atacar” um metal provinha das suas propriedades reativas, do enxofre que ele continha. Por outro lado, o metal que sofria a ação do reativo e se transformava, continha o princípio do mercúrio (ALFONSO-GOLDFARB, 2001).

No século XVI, o importante químico/médico suíço, de nome Paracelso – Phillipus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim (1493-1541) –, adicionou o sal à teoria do enxofre-mercúrio para incorporar o princípio da fixação e incombustibilidade, tornando o que ficou conhecido como *tria prima* (FERREIRA; LAMBACH, 2021). Ligado ao grupo dos médicos, Paracelso buscava aproximações entre as concepções árabes sobre a matéria e uma medicina mais empírica e pragmática, formulando os três princípios em oposição à ideia aristotélica dos quatro elementos (LAMBACH; MARQUES, 2011). Apesar disso, “até o século XVII não houve superação da teoria aristotélica. Sua persistência se estendeu para além do

período alquímico, da antiguidade à idade moderna” (FERREIRA; LAMBACH, 2021, p. 2417).

Sob esse olhar, esse período foi marcado pela busca de um ou mais princípios que pudessem explicar a constituição da matéria e suas transformações. É o que Silva e Amaral (2013) e Silva (2017) vão chamar de pensamento generalista, uma vez que há a busca de encontrar princípios universais para a compreensão de tudo o que existe.

Para Bellas (2018), o século XVII foi caracterizado por uma transição entre a Alquimia e a Ciência Química. A autora destaca o papel de Robert Boyle (1627-1691), para quem as substâncias eram formadas por corpúsculos elementares que se uniam e se rearranjavam intimamente. Ferreira e Lambach (2021) destacam as críticas que Boyle propôs ao pensamento aristotélico e a teoria dos três princípios de Paracelso, formulando as bases de uma química experimental. Para Boyle, “a composição de qualquer corpo deve ser confirmada pelo ciclo de análise e síntese de modo que os produtos da análise devem ser reunidos para produzir o corpo original” (FERREIRA; LAMBACH, 2021, p. 2418). Segundo Bellas (2018), esse período é marcado pela concepção de substância como aquilo que se origina da decomposição material.

No século XVIII, Antoine Lavoisier (1743-1794), completando os trabalhos de Black, Priestley e Cavendish (SILVA, 2017) causou uma verdadeira revolução química (FERREIRA; LAMBACH, 2021) devido as suas contribuições para o desenvolvimento do conhecimento nessa área, cujos estudos foram marcados pela precisão qualitativa e quantitativa (BELLAS, 2018). Lavoisier contestou a teoria do flogisto sobre a combustão, proposta por Stahl em 1703, e apresentou a lei da conservação da massa. No campo da composição material, propôs o conceito de elemento como sendo aquilo que não pudesse ser separado por métodos experimentais, em oposição aos compostos, que seriam as substâncias (FERREIRA; LAMBACH, 2021). Para Bellas (2018) isso significa que os materiais poderiam ser classificados em simples (elementares) e compostos, e estes poderiam ser decompostos em materiais simples. Ainda segundo a autora, essa noção operacional de simplicidade material foi introduzida por Lavoisier, culminando na noção moderna de composição química.

Segundo os autores Silva e Amaral (2013) e Silva (2017), é possível enxergar nesse período visões racionalistas sobre o conceito de substância, deixando de ser considerada um princípio elementar e universal para emergir da análise de processos experimentais feitos em laboratórios. Para Silva e Amaral (2013) é nesse período que se começa a distinção entre os conceitos de substância, elemento e mistura dentro do contexto da Química. Além disso, as propriedades passam a ser usadas na identificação e diferenciação das substâncias, sendo essas propriedades consideradas inalteráveis.

Na concepção de Bellas (2018), a partir de Lavoisier, o conceito de substância permaneceu vinculado ao conceito de material puro, sendo que a pureza vai atingindo graus cada vez maiores no decorrer do desenvolvimento de novos métodos de separação (purificação) dos materiais. Nesse sentido, apesar dos diferentes perfis epistemológicos elaborados por Silveira (2003), Silva (2011), Silva e Amal (2013) e Silva (2017), afirmando que a partir do século XX ocorreu a relativização do conceito de substância, sendo este associado ao conceito de energia e às entidades químicas com as quais estabelece determinada relação, a partir da qual emerge as suas propriedades, Bellas (2018) defende que as propriedades físicas caracterizam as substâncias, ou seja, caracterizam o material puro. Para a autora, as condições experimentais devem ser consideradas como influenciadoras de tais propriedades, mas estas não deixam de ser instrumentos para a identificação das substâncias.

Nesse sentido, Bellas (2018) se apoiou em critérios operacionais e experimentais, conciliando os aspectos macroscópicos (material puro) e microscópico (os seus constituintes), para definir o conceito de substância química:

Substância química é um material puro que apresenta composição constante e propriedades com valores característicos sob condições específicas, cuja representação é feita pela espécie química predominante que corresponde à sua fórmula química (p. 62).

A autora também explica que o conceito de mistura (material formado por mais de uma substância) como material impuro depende do conceito de substância e da noção de pureza adotada. A água que está nos rios, lagos etc. pode ser considerada impura para o consumo. Durante o primeiro “processo de purificação”, são retiradas as partículas maiores e a água passa a ter algumas utilidades

domésticas. Para ser consumida, ela é submetida à nova purificação através de um filtro mais fino e de esterilização. Neste caso, Bellas (2018) afirma que o conceito de pureza é relativo, manifestando-se como um conceito espontâneo. Entretanto, do ponto de vista químico, um material é considerado puro quando passa por um processo de purificação, originando uma substância somente. Assim, durante o tratamento da água, por exemplo, ao adicionarem novas substâncias para o controle da acidez e qualidade, será obtida uma mistura de substâncias (material impuro) e não água quimicamente pura (H_2O - apesar do equilíbrio químico entre os íons que também a constitui - OH^- e H_3O^+). Nesse sentido, e pensando na formação teórica do conceito de substância no contexto da EJA, este trabalho assumirá que a

Pureza material, o conjunto de propriedades físicas constantes e a existência de um constituinte representativo, são, individualmente, condições necessárias para um material ser considerado uma substância, e em conjunto formam condições suficientes para afirmar que um material se trata de uma substância. (BELLAS, 2018, p. 64).

Com base nessa definição, organiza-se nessa pesquisa um conjunto de atividades práticas e teóricas com o objetivo de permitir que os escolares se apropriem dessa concepção de substância química.

CAPÍTULO 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Neste capítulo, apresentam-se os fundamentos metodológicos da pesquisa e os procedimentos empíricos planejados para a coleta e elaboração dos dados. Partindo da abordagem qualitativa (CHIZOTTI 2000, 2006; LÜDKE; ANDRÉ, 1986), traçamos a tipologia deste trabalho dentro do rol das pesquisas de natureza interventiva, com base em Teixeira e Megid Neto (2017).

Além disso, por se tratar de uma atividade de pesquisa que tem no seu arcabouço teórico um modo específico de investigação para o campo da educação em geral (formação de professores; relações afetivas no ensino-aprendizagem; geração de motivos para a aprendizagem etc.) e da didática em particular (organização do ensino-aprendizagem; formação de conceitos teóricos em diferentes campos da ciência etc.), descrevemos o Experimento Formativo como método basilar para a construção das teses vigotskianas sobre a formação do psiquismo humano e para os estudos desenvolvidos por seus seguidores na construção da *Didática Desenvolvimental* enquanto teoria de ensino. Fazemos isso inserindo o nosso objeto de estudo articulado aos procedimentos nucleares desse método investigativo, apoiando-se em Davidov (1988), Aquino (2017) e Longarezi (2019).

Assim, partindo da abordagem qualitativa como aspecto geral desta atividade investigativa, descreve-se a sua natureza interventiva e a modalidade aplicação como particularidades que a caracterizam. Por fim, inserindo-se no movimento de elaboração do experimento didático-formativo como aspecto singular deste trabalho, traça-se os procedimentos empíricos para a elaboração dos dados no contexto para a qual emerge e retorna: a sala de aula.

2.1 Aspectos gerais da abordagem metodológica

Este trabalho é de cunho qualitativo, pois almeja compreender o fenômeno em estudo dentro do contexto em que ocorre, criando e modificando as relações entre os sujeitos e a realidade na tentativa de construir e interpretar os significados que decorrem destas interações. Está interessado em descrever e interpretar os dados que

emergem em uma realidade específica, com sujeitos específicos inseridos em uma cultura própria, sem o interesse em quantificá-los para a formulação de leis gerais.

Para Chizzotti (2000), a abordagem qualitativa abriga diferentes correntes de pesquisa que se fundamentam em bases contrárias aos pressupostos experimentais inseridos nas pesquisas sociais através do positivismo.

[...] Os cientistas que partilham da abordagem qualitativa em pesquisa se recusam a admitir que as ciências humanas e sociais devam-se conduzir pelo paradigma das ciências da natureza. [...] Em oposição ao método experimental, estes cientistas optam pelo método clínico (a descrição do homem em um dado momento, em uma dada cultura) e pelo método histórico-antropológico, que captam os aspectos específicos dos dados e acontecimentos no contexto em que acontecem (CHIAZZOTTI, 2000, p. 79).

Entre as diferentes abordagens qualitativas, as pesquisas ativas compõem um grupo de estratégias reunidas sob dois títulos: a) pesquisa-ação e pesquisa intervenção; e pesquisa participativa (CHIAZZOTT, 2006). Ainda segundo o autor, entre outros interesses, pesquisas ativas visam promover mudanças desejadas em determinada realidade. Nesse sentido, levando-se em conta os objetivos deste trabalho, que é analisar os processos de ensino-aprendizagem para a formação teórica do conceito de substância química na EJA por meio de uma intervenção didática fundamentada na *Didática Desenvolvidamental e PHC*, ou seja, promover mudanças no pensamento dos escolares em relação a esse conceito através de uma proposta previamente elaborada e posta no contexto da sala de aula, considera-se que esta pesquisa é de natureza interventiva.

Ao proporem uma tipologia para pesquisas interventivas, Teixeira e Megid Neto (2017) apresentam um conjunto de modalidades investigativas que estão incluídas na matriz “intervenção”, entre as quais estão as pesquisas de aplicação. Para os autores, estas se caracterizam por: as prioridades do projeto são estabelecidas pelo pesquisador; envolve planejamento, execução e análise dos dados sobre o processo desenvolvido, com vistas a testar os limites e as possibilidades do que está sendo posto à prova; o processo se fundamenta em teorias do campo em estudo; os objetivos não estão necessariamente relacionados à mudança da realidade (apesar de promovê-la), podendo envolver contribuições para geração de conteúdos e práticas, a formação de professores, as questões relacionadas aos processos de ensino-

aprendizagem, a testagem de princípios pedagógicos e recursos didáticos; busca dados empíricos a partir da aplicação de sequências didáticas, oficinas, unidades de ensino, materiais didáticos.

Pode-se inferir, com base nos aspectos que caracterizam a modalidade aplicação das pesquisas de natureza interventiva, relacionando-os aos objetivos e finalidades deste trabalho, que esta pesquisa está inserida nessa modalidade investigativa, pois almeja compreender as possibilidades e limites de uma sequência didática fundamentada em teorias específicas, a *Psicologia Histórico-Cultural* e a *Didática Desenvolvimental*.

Além disso, no campo da educação, especificamente nas investigações que usam como referencial teórico a *PHC* e a *Didática Desenvolvimental*, trabalhos vêm utilizando o experimento didático-formativo como método de pesquisa (NEVES; RESENDE, 2014). Assim, incluída nesse referencial, esta investigação utiliza esse método como meio para a produção e análise dos dados resultantes da aplicação de uma sequência didática construída para o ensino-aprendizagem do conceito de *substância química*.

Esta pesquisa foi desenvolvida na Escola de Ensino Fundamental Professor João Batista Pereira da Silva, localizada na cidade de Arapiraca, estado de Alagoas. Para que pudesse ser realizada, foi submetida ao Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Por utilizar o experimento didático como método de pesquisa, descreveremos, brevemente, como ele se insere na *PHC* e na *Didática Desenvolvimental*, inserindo, também, os objetivos e os procedimentos metodológicos que constituíram o processo investigativo desta pesquisa.

2.1.1 O experimento didático-formativo

Davydov (1988) afirma que o experimento formativo é um método especial de pesquisa muito utilizado no campo da psicologia, e que serviu de base para o estudo das particularidades da organização do ensino desenvolvimental e sua influência no desenvolvimento mental dos escolares. Ao descrever o processo histórico de criação da pesquisa experimental no contexto da psicologia soviética, o autor o divide em

dois momentos fundamentais: o do emprego do método de constatação e o do método genético-causal. O primeiro está associado ao início do desenvolvimento da psicologia soviética, período no qual essa “não possuía os meios necessários para identificar e explicar os mecanismos internos da assimilação do conhecimento e do desenvolvimento mental das crianças” (p.181). O segundo, para o autor, tem como marco as pesquisas de Vigotski e colaboradores, quando empregam o método genético-causal para investigar o surgimento das novas estruturas mentais mediante sua formação orientada por objetivos. Davydov (1988) distingue os dois métodos da seguinte maneira:

O método do experimento formativo tem como característica a intervenção ativa do pesquisador nos processos mentais que ele estuda. Neste aspecto, difere substantivamente do experimento de constatação que enfoca só o estado, já formado e presente de uma formação mental particular (p. 182).

Ao conduzir a psicologia soviética para a perspectiva do materialismo histórico-dialético, Vigotski muda o curso das investigações no campo da psicologia pedagógica e infantil. Para ele, as funções mentais superiores não são inatas, mas constituem modelos socialmente construídos. Logo, o desenvolvimento mental do ser humano se realiza na e pela assimilação desses modelos durante o processo de educação e ensino (DAVYDOV, 1988).

Como resultado desta teoria, em primeiro lugar, foram formuladas as premissas para se estudar as relações internas entre os diversos modos de educação e ensino e a correspondente natureza do desenvolvimento mental da criança; em segundo lugar, foram explicitadas as condições requeridas para introduzir, na investigação psicológica, o experimento formativo como um método especial para o estudo da essência destas relações (DAVYDOV, 1988, p. 181).

Para Davydov (1988), o experimento formativo pode ser chamado de genético-modelador, pois constitui a unidade (ligação essencial) entre o estudo do desenvolvimento mental das crianças e a educação e o ensino dessas mesmas crianças. Baseia-se na organização e reorganização de novos programas de educação e ensino e dos modos para concretizá-los. Ele é, assim, um método de educação e ensino experimentais que impulsiona o desenvolvimento. Portanto, a essência do experimento formativo está na produção das condições experimentais elaboradas com o objetivo de desencadear a formação e o desenvolvimento da psique humana (LONGAREZI, 2019).

Destacamos que esse método de pesquisa é resultado de um longo processo de investigação dos problemas psicológicos do ensino e da educação desenvolvimentais que aglutinou esforços de vários pesquisadores do campo da psicologia, fisiologia, filosofia, pedagogia, sociologia, da lógica etc., reunidos em escolas experimentais onde realizavam suas pesquisas para confirmar, experimentalmente, a proposição teórica de Vigotski sobre o papel essencial do ensino no desenvolvimento mental das crianças e a descoberta de algumas regularidades psicológicas do ensino desenvolvimental (DAVYDOV, 1988; LONGAREZI, 2019; AQUINO, 2017).

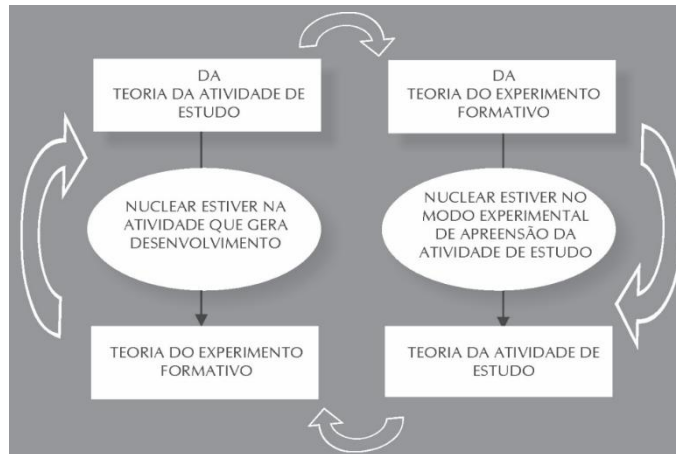
O experimento didático formativo tinha como tarefa básica determinar **1)** o conteúdo e a estrutura da atividade de estudo dos alunos; **2)** os princípios dos campos da lógica e da psicologia para a estruturação das disciplinas escolares correspondentes às exigências da atividade de estudo; **3)** as particularidades do desenvolvimento mental das crianças no processo da atividade de estudo; **4)** as reservas do desenvolvimento mental dos escolares nas diferentes séries; **5)** as peculiaridades de organização do experimento formativo (DAVYDOV, 1988).

Percebe-se que atividade de estudo, atividade principal no percurso de desenvolvimento ontológico do sujeito em idade escolar (ELKONIN, 1987; LEONTIEV, 2012), aparece como central no processo de elaboração do experimento formativo enquanto método de pesquisa no contexto do ensino desenvolvimental, em particular do sistema Elkonin-Davydov. Como resultado, não só se elabora uma Teoria do Experimento Formativo, como método de pesquisa e ensino, mas uma Teoria da Atividade de Estudo, que, no caminho de sua constituição, ora era meio, ora fim.

Para Longarezi (2019), há uma unidade entre a Teoria da Atividade de Estudo e a Teoria do Experimento Formativo, representando duas das mais de 10 teorias que foram desenvolvidas na trajetória histórica de elaboração do Sistema Didático Elkonin-Davydov-Repkin, que se revela na simultaneidade em que ambas foram construídas e no movimento dialético de transformação que uma provocou sobre a outra. Assim, enquanto o método do experimento formativo servia de instrumento para compreender a forma e o conteúdo da atividade desenvolvimental, sofria,

também, as interferências da atividade de estudo que pretendia organizar. A dialeticidade de ambas as Teorias é mostrada pela autora na Figura 1 a seguir:

Figura 1: Modo de apreensão das teorias da Atividade de Estudo e Experimento Formativo em unidade.



Fonte: Longarezi (2019, p. 166)

Segundo Longarezi (2019), quando o movimento de ascensão do abstrato ao concreto segue da Teoria da Atividade de Estudo para a Teoria do Experimento Formativo, ou seja, quando esta é orientada e transformada pelas generalizações daquela, o nuclear se encontra na atividade que gera desenvolvimento. Por outro lado, quando o movimento do geral ao particular ocorre da Teoria do Experimento Formativo para a Teoria da Atividade de Estudo, regulando a sua forma e conteúdo, o nuclear encontra-se no modo experimental de apreensão da atividade de estudo. O mesmo acontece, segundo a autora, para as demais teorias auxiliares. Nesse sentido, além de defender a unidade entre as teorias que compõem o Sistema Didático Elkonin-Davydov, Longarezi (2019) conclui, em sua pesquisa, que ele é formado por um sistema de teorias “em que o nuclear de uma a revela pela existência compartilhada das demais, por meio de seus próprios nexos” (p. 167).

Como dito anteriormente, o experimento formativo, enquanto metodologia de pesquisa, inaugurou uma nova fase da psicologia soviética, resultante da "necessidade de se conceber um método particular para o estudo das relações internas entre os diferentes procedimentos de educação e obutchénie⁵ e o caráter do

⁵ Corresponde a “[...] interação entre alunos e professores, a inter-relação entre a utchenia (aprendizagem) e os esforços profissionais do professor. Se essa interação for compreendida com a

desenvolvimento psíquico da criança" (LONGAREZI, 2019). Enquanto processo histórico de constituição, ele foi realizado em várias etapas. Aquino (2017) destaca quatro etapas vinculadas não só aos pressupostos de Zankov (um dos principais referenciais do seu texto) mais aos estudos realizados por ele a partir do emprego dessa metodologia: a primeira etapa é a de revisão da literatura e de diagnóstico da realidade a ser estudada, a segunda etapa é de elaboração do sistema didático experimental, a terceira é a de desenvolvimento do experimento didático-formativo e, por fim, a de análise dos dados e de elaboração do relatório. Por sua vez, Longarezi (2019) destaca três etapas, identificadas a partir de um minucioso estudo documental das obras dos autores do Sistema Elkonin-Davydov-Repkin: o experimento de constatação e fenomenológico, o de elaboração da investigação experimental e a de investigação experimental.

Apesar desses autores terem traçado em suas pesquisas os princípios filosóficos (materialismo histórico-dialético) e psicológicos (Teoria Histórico-Cultural) do experimento formativo, bem como o seu processo de constituição dentro da Teoria do Ensino Desenvolvimental, quando se trata das etapas de sua constituição histórica Longarezi (2019) as discutem sob a perspectiva da elaboração da teoria que é nuclear dentro do sistema Elkonin-Davydov-Repkin, a Teoria da Atividade de Estudo (TAE). Isso traz imensas contribuições para o entendimento do experimento formativo no seu movimento lógico-histórico e em estreita relação com a TAE. Entretanto, o modo como Aquino (2017) traduz cada etapa de constituição desse método de pesquisa se mostra mais próximo da realidade empírica do nosso trabalho. O autor divide as etapas não só a partir dos fundamentos teóricos já citados, mas em consonância com seus estudos experimentais no campo do ensino desenvolvimental. Portanto, mostrou-se mais acessível enquanto procedimento metodológico para essa pesquisa.

Dito isso, coloca-se aqui que essa pesquisa consiste na realização de um experimento formativo com alunos da EJA. O trabalho foi desenvolvido na Escola de Ensino Fundamental Professor João Batista Pereira da Silva, localizada no município

noção de "atividade", então a obutchénie pode ser caracterizada como uma correlação entre atividade de estudo e atividade pedagógica. (LONGAREZI, 2020, p. 5 apud ДАВЫДОВ <DAVIDOV>, 1996, p. 252, tradução e destaques da autora).

de Arapiraca-AL. A partir da realização de um experimento formativo para o ensino-aprendizagem do conceito de substância química, na respectiva modalidade de ensino, a pesquisa pretende utilizar os princípios didáticos-pedagógicos da Teoria do Ensino Desenvolvimental, em particular o sistema Elkonin-Davydov e sua Teoria da Atividade de Estudo, para a organização do ensino e aprendizagem desse conceito científico tendo em vista a formação do pensamento teórico dos estudantes. Os dados foram construídos na relação professor-objeto de estudo-estudante, utilizando-se como instrumentos de coleta aparelhos de gravação de vídeo e áudio, registros de campo do caderno do professor-pesquisador e tarefas realizadas pelos alunos.

Sequencialmente falando, o experimento formativo desenvolvido neste trabalho de pesquisa seguiu as etapas enunciadas por Aquino (2017), citadas anteriormente.

Antes de tudo, é imprescindível dizer que o experimento formativo enquanto metodologia de pesquisa no campo da Teoria do Ensino Desenvolvimental tem caráter longitudinal e interdisciplinar. Ou seja, exigiu, no seu processo histórico de constituição, vários estudiosos de diferentes áreas e um conjunto de escolas experimentais, assim como longos períodos de duração. Davydov (1988), um dos seus idealizadores, afirma que “Somente no trabalho de pesquisa conjunto se poderá definir o caminho para elevar a eficácia da educação e do ensino que impulsionam o desenvolvimento” (p. 183). Além disso, sobre a aplicação dessa metodologia, que também pode ser equivalente a um “método de ensino” (NEVES; RESENDE, 2014), o mesmo autor afirma que “sua verificação e aplicação pressupõem a criação, para estes fins, de instituições experimentais especiais” (DAVYDOV, 1988, p. 183) que foram criadas no contexto da ex-União Soviética. Porém, mesmo esbarrando nos limites concretos da realidade educacional brasileira, que não contribui para uma pesquisa com tais especificidades, o nosso estudo assume o compromisso de contribuir para a ampliação dos trabalhos científicos que se valem da Teoria do Ensino Desenvolvimental e do Experimento Formativo como referenciais teóricos e metodológicos para a construção de uma educação de qualidade.

A seguir apresentamos a primeira etapa do experimento formativo e seus principais resultados.

2.2 Primeira etapa: revisão da literatura e diagnóstico da realidade a ser estudada.

Momento de apropriação, pelo pesquisador, dos conceitos que ajudam a pensar a realidade e orientar a parte empírica da pesquisa. Aquino (2017) afirma que é a etapa de delimitação do referencial teórico. É o momento de revisão das pesquisas realizadas na mesma perspectiva a fim de poder justificar o trabalho de pesquisa. Também é o momento de caracterização da turma na qual o experimento será realizado. Além disso, é a fase de diagnóstico das necessidades gerais da prática pedagógica no nível de ensino e na disciplina de que se trata a pesquisa.

Desse modo, primeiro realizou-se um recorte teórico dentro da Teoria Histórico-Cultural. Como já discutimos no Capítulo 1 desta pesquisa, o Sistema Didático Elkonin-Davydov é o referencial teórico deste trabalho, sendo a Teoria da Atividade de Estudo (TAE), com suas seis ações de estudo, a teoria central desta pesquisa. Assim, todos os princípios que direcionam a organização do ensino na perspectiva do sistema Elkonin-Davydov compõem o corpo teórico deste trabalho. Além disso, a revisão da literatura evidenciou que são escassos os trabalhos realizados no contexto da EJA (demonstrado na introdução) sob a perspectiva do ensino desenvolvimental, tornando-se um dos elementos que justifica a realização desta pesquisa.

O segundo momento foi o de aproximação com a escola e a turma onde a pesquisa se realizou, que ocorreu no dia 20 de maio de 2022. O ensino fundamental II da EJA na cidade de Arapiraca é dividido em duas fases: 4ª e 5ª. A primeira corresponde aos dois primeiros anos dos anos finais do Ensino Fundamental, enquanto a segunda, aos dois últimos anos. Na escola João Batista Pereira da Silva, a 5ª fase é formada por duas turmas: A e B. Nesse sentido, a pesquisa foi realizada nessas duas turmas. A primeira com 39 e a segunda com 45 alunos matriculados.

A Escola João Batista Pereira da Silva está localizada no bairro Planalto, pertencente a zona urbana da cidade de Arapiraca - AL. A escola é composta por 12 salas de aula utilizadas, mas não possui laboratório de ciências, laboratório de informática, sala de leitura e quadra de esportes. No interior das salas de aula, a climatização é feita por ventiladores que, devido ao alto ruído, atrapalham o diálogo

entre estudantes e o professor. Além disso, as salas só dispõem de quadro-branco, inexistindo qualquer aparelho tecnológico (TV, computador ou projetor) para auxiliar a atividade pedagógica em seu interior. O único projetor que a escola possui pode ser utilizado sob agendamento prévio (nós o utilizamos durante dois de nossos encontros).

No dia 20 de maio conversamos com a direção da instituição e com o professor de ciências, que autorizaram o início da pesquisa. Acompanhamos o professor durante suas aulas para observar o modo como ele conduzia o trabalho pedagógico e perceber as respostas dos estudantes a ele. Inicialmente a minha presença causou inquietação entre os escolares (que não passavam de dez), mas logo eles ficaram à vontade.

Durante a aula, o professor escreveu alguns problemas de matemática e os alunos os copiaram. Os escolares conversavam sobre suas vidas particulares enquanto escreviam, sem que o conteúdo da aula fizesse parte das discussões. O encontro desse dia não durou mais que 30 minutos em cada turma.

As aulas de ciências aconteciam às quintas e sextas-feiras. Na quinta-feira a aula da 5ª fase B começava às 19:20 e terminava às 20:30, enquanto a da 5ª fase A começava às 20:45 e terminava às 21:50. Na prática, levando em conta os atrasos dos estudantes por causa, entre outros fatores, do transporte escolar, a aula não atingia uma hora de duração. Na sexta-feira o tempo é mais reduzido, pois a primeira aula de ciências na 5ª fase B começava às 19:50 e terminava às 20:30, enquanto a da 5ª fase A ocorria das 21:20 às 21:50.

A comunicação do projeto e a coleta das autorizações dos estudantes estava prevista para o dia 26 de maio, mas as fortes chuvas que atingiram o estado de Alagoas entre o final de maio e no mês de junho, causando sérios problemas (interdições de rodovias, enchentes, falta d'água, fechamento de escolas etc.), fizeram com que deixássemos o encontro para o dia 02 de junho. Porém, para esta data estava previsto o conselho de classe e, mais uma vez, o encontro foi adiado para dia 09 de junho.

Em 09 de junho de 2022 ocorreu a apresentação do projeto e a coleta das assinaturas para o uso de imagens e depoimentos, assim como do Termo de

Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os estudantes menores de 18 anos levaram os termos para que seus pais ou responsáveis pudessem assinar as autorizações.

Todos os escolares da 5ª fase B manifestaram interesse em participar da pesquisa. Por outro lado, a maioria dos estudantes da 5ª fase A se negaram, principalmente quando foi dito que algumas aulas seriam gravadas. Eles não manifestaram uma justificativa para o desinteresse, só afirmavam que não iriam participar. Foi necessário muito diálogo para convencê-los do contrário. Explicamos várias vezes sobre a importância da pesquisa para a melhoria da educação, e da EJA em especial. Enfatizamos o seu caráter anônimo, isto é, que nenhum deles seria identificado ou exposto. Esclarecemos que, mesmo eles assumindo o compromisso com a pesquisa, poderiam mudar de ideia e deixar de participar a qualquer momento, sem nenhum prejuízo. Assim, depois de muito diálogo e de nossas explicações, eles aceitaram participar do projeto.

O próximo passo foi aplicar o questionário socioeconômico, que estava previsto para o dia 16 de junho, mas nesse dia não houve aula. Para não atrasar o andamento da pesquisa, conseguimos autorização da professora de matemática para aplicarmos na aula dela, que aconteceu dia 13 de junho. 20 estudantes da 5ª fase A responderam ao questionário. Da 5ª fase B foram 14. Nesse dia também entregamos os documentos relativos ao TCLE e o de uso de imagens e depoimento para os estudantes que faltaram assinarem. Na ocasião, explicamos novamente para eles os detalhes sobre o projeto de pesquisa.

O questionário socioeconômico revela a caracterização da turma de acordo com alguns aspectos. Aqui, daremos destaque à faixa etária e a motivação para os estudos.

Quanto à faixa etária, dos 20 escolares da 5ª fase A que responderam ao questionário, 15 possuem entre 15 e 17 anos, revelando uma turma majoritariamente formada por jovens. Já na 5ª fase B, dos 14 que responderam ao questionário, 5 estão entre 15 e 17 anos e os demais acima de 18 anos. Essa turma é visivelmente formada por estudantes adultos, além disso, enquanto a maioria dos escolares da 5ª fase A

afirmam não terem trabalhado, os da 5ª fase B exerceram ou exercem algum trabalho.

A Teoria Histórico-Cultural de Vigotski e demais estudiosos discutem as singularidades do desenvolvimento psicológico humano na relação entre o sujeito e a realidade concreta, tanto ao longo do desenvolvimento filogenético (da espécie enquanto coletividade) quanto o ontogenético (do sujeito). Para essa teoria, o Humano só pode ser como ente social e histórico, portanto, o desenvolvimento das funções psicológicas superiores (abstração, pensamento teórico, atenção voluntária, linguagem simbólica, reflexão etc.), próprias desse gênero, depende do momento histórico em que vive e do lugar que ocupa nas relações sociais estabelecidas. Portanto, o ser humano enquanto ente biológico depende das condições sócio-históricas para se realizar e tornar-se humano social.

Além disso, quando nos referimos ao desenvolvimento ontogenético (VIGOTSKI, 2009), a Teoria da Atividade (Leontiev, 2021) e a TAE (Davydov, 1988, 2019) tecem o movimento e os modos de apropriação da realidade social pelo sujeito singular por meio das diferentes formas de atividade que ele executa no tecido social do qual faz parte. Para essa corrente teórica, o lugar que o sujeito ocupa na sociedade muda ao longo da sua vida. As crianças, por exemplo, não se relacionam com a realidade da mesma forma que os adolescentes ou os adultos, não só por causa das diferenças biológicas, mas porque o lugar que cada um ocupa na sociedade exigirá deles relações diferentes, atividades diferentes.

Quanto aos motivos que levaram os alunos a voltarem à escola temos, também, elementos de distinção entre as turmas envolvidas na pesquisa. No quadro a seguir, verifica-se algumas das respostas dos escolares sobre essa questão.

Quadro 4. A motivação para o estudo manifestada pelos estudantes.

Turmas	O que motiva você a estar na escola?
5ª fase A	1- Mãe. 2- Para eu prestar um concurso da polícia. 3- Nada além de querer terminar os estudos logo. 4- Minha mãe. 5- Muitas coisas, trazer da escola, dos estudos que a pessoa tem, um trabalho melhor. 6- Concluir meus estudos. 7- Porque eu gosto de estudar e quero avançar nos estudos. 8- O lanche, algumas aulas. 9- Eu quero ser alguém na vida.

	10- Para arrumar um bom trabalho. 11- Terminar os estudos e fazer concurso público. 12- Dar um futuro para a minha mãe. 13- Ter uma carreira em que eu consiga sustentar a minha família e que eu possa ser independente.
5ª fase B	1- Afinidade (<i>talvez o estudante quisesse dizer "possibilidade"</i>) de que futuramente eu possa ter uma profissão para que eu possa ter uma vida melhor, tanto eu como meus filhos. 2- Concluir os meus estudos em busca de um bom emprego e uma qualidade de vida melhor. 3- Querer dar uma vida melhor para a minha filha e fazer um concurso público. 4-Concluir os estudos, pois já estou atrasado. 5- Profissionalização. 6- Minha mãe. 7- Um futuro melhor, um trabalho melhor. 8- Minha esposa e minha cunhada, e na escola, os professores e os colegas de classe. 9- A vontade de realizar coisas que depende do conhecimento que ainda não tenho. 10- Para eu ter um futuro melhor. 11- Aprender mais para eu ajudar a minha filha nos estudos dela. 12- Meu futuro. 13- Finalizar os meus estudos.

Como vimos no Capítulo I dessa dissertação, o motivo é um dos componentes da estrutura geral da Teoria da Atividade de Leontiev. Ele é tão importante para a atividade que esse autor afirma:

Assim, o conceito de atividade está necessariamente ligado ao conceito de motivo. Não existe atividade sem motivo; atividade "não motivada" não é uma atividade desprovida de motivo, mas uma atividade com motivo subjetiva e objetivamente oculto. (LEONTIEV, 2021, p. 123).

A maioria dos estudantes não estão na escola (voltaram a ela) para se apropriarem dos conhecimentos produzidos historicamente como um direito que possuem enquanto herdeiros do arcabouço científico-cultural humano. Frequentam-na, ou por exigência dos responsáveis, quando menores de idade, ou pela ilusão capitalista, tão incutida neles, de que ao finalizarem seus estudos (para a maioria, o ensino médio) alcançarão uma vida melhor para si e para os seus familiares (em termos financeiros).

Ao discutir a relação entre pensamento e linguagem na constituição da consciência humana, Vigotski (2009) destaca o papel fundamental dos motivos e afetos no processo de formação do pensamento.

Por trás do pensamento existe uma tendência afetiva e volitiva. Só ela pode dar resposta ao último porquê na análise do pensamento[...]. A compreensão efetiva e plena do pensamento alheio só se torna

possível quando descobrimos a sua eficaz causa profunda afetivo-volitiva (VIGOTSKI, 2009, p. 479-480).

Durante essa etapa do experimento, também aplicamos um conjunto de tarefas sobre o objeto de estudo, como uma espécie de avaliação diagnóstica. As respostas evidenciam as concepções dos estudantes sobre o conceito de substância química e a sua relação com os fenômenos naturais.

Questão: Comente a afirmação “Substância química é algo perigoso à nossa saúde”

Turma A

E02: Sim. Substância química faz mal a nossa saúde.

E09: Discordo, porque depende muito de qual substância estamos falando. Por exemplo, a radiação é uma substância prejudicial à nossa saúde. Claro que existem substâncias que nos fazem bem, como os remédios.

Turma B

E01: Sim, porque mistura as substâncias e prejudica a saúde.

E02: Sim, pois faz mal a nossa saúde em vários aspectos.

E03: Sim. É porque as substâncias químicas contêm vários riscos à nossa saúde. E não só a nossa saúde, também aos animais e plantas.

E05: Sim, porque é um perigo para a saúde da pessoa, porque perde sua saúde.

E06: Sim, pois se não tiver cuidado com as substâncias, elas podem ser fatais.

E08: Depende da substância, pois pode ser prejudicial ou não.

As respostas dos escolares revelam que, para a maioria deles, o conceito de substância química está situado na esfera do discurso do senso comum (concepções espontâneas), vinculado a algo perigoso, algo ruim. Pode-se dizer, também, que algumas ideias apresentadas possuem teor utilitarista e pragmático, considerando que umas substâncias fazem bem (remédios, vitaminas) e outras fazem mal (veneno, agrotóxico etc.).

A associação do conceito de substância a produtos industrializados e à sua ausência (ou em menor quantidade) em produtos naturais também aparece nas respostas dos estudantes, quando eles foram questionados sobre o conceito de pureza.

Questão: Analise os materiais abaixo de acordo com o grau de pureza química. Em seguida, marque A para os menos puros e B para os mais puros. Posteriormente, explique a sua resposta:

Turma A

E02: **Menos puros:** álcool etílico hidratado, água sanitária e fios de cobre. **Mais puros:** sabão em pó, sabão de coco, vitamina C com

zinco, acerola, cimento, pimentão e água potável. **Justificativa:** porque sabão de coco é puro coco.

E09: Menos puros: Sabão em pó, vitamina C com zinco, cimento, água sanitária. **Mais puros:** Sabão de coco, Álcool etílico hidratado, acerola, pimentão, água potável e fios de cobre. **Justificativa:** Marquei “A” para os que aparentam ter mais substâncias químicas e menos pureza. Para os que marquei “B”, foram os que têm menos substâncias e mais pureza.

Turma B

E01: Vitamina C, sabão de coco, acerola, pimentão e água potável são mais puros. Álcool, cimento, água sanitária, fios de cobre e sabão em pó têm mais substâncias.

E06: Menos puros: Álcool etílico hidratado, vitamina C com zinco, acerola, pimentão e água potável. **Mais puros:** Sabão em pó, sabão de coco, cimento, água sanitária e fios de cobre. **Justificativa:** escolhi os da letra “B” por serem elementos mais naturais e os que tem a letra “A” por terem muitas misturas químicas.

E14: Menos puros: Sabão em pó, sabão de coco, Vitamina C com zinco, cimento e água sanitária. **Mais puros:** Álcool etílico hidratado, acerola, pimentão, água potável e fios de cobre. **Justificativa:** esses materiais menos puros contêm substância química, as outras (*materiais mais puros, grifo nosso*) também, só que bem menos.

As respostas dos escolares, durante a resolução das questões, revelam as concepções espontâneas que eles possuem sobre o conceito de *substância química*. Na perspectiva histórico-cultural, “as significações sociais devem ser compreendidas como as sínteses das práticas sociais conjuntas, a forma ideal de existência no mundo objetal” (ASBAHR, 2014, p. 267). Como conteúdo da consciência elaborada no processo histórico e nas relações sócio-objetais, as significações dependem do lugar, do momento e das possibilidades que a sociedade fornece aos sujeitos para se apropriarem da realidade objetiva.

No contexto da sociedade capitalista, caracterizada pela divisão social em classes que se diferenciam pelo acesso aos bens materiais e culturais produzidos pela humanidade, os jovens e adultos, como sujeitos da EJA, são a expressão do processo constante de desumanização dessa sociedade. Enquanto seres humanos excluídos do acesso à educação escolar, expressam em suas falas aquilo que a sociedade capitalista, por meio dos seus instrumentos, revela a esses sujeitos em suas experiências cotidianas. Apesar do conceito de substância, assim como outros conceitos, possuir um processo histórico de constituição, modificando o seu significado em diferentes espaços-tempo (SILVA, 2017), na contemporaneidade a

escola deve permitir que os alunos se apropriem da dimensão teórica do conceito, do seu traço essencial (DAVYDOV, 1988), mesmo que o processo não exclua os conceitos espontâneos (VIGOTSKI, 2007).

A seguir, descrevemos os procedimentos realizados na segunda etapa do experimento didático-formativo, que é a de elaboração do experimento para o ensino do conceito de *substância química*.

3.1.2 Segunda etapa: elaboração do sistema didático experimental

No contexto das pesquisas experimentais que estruturaram a Didática Desenvolvimental na ex-União Soviética, esta etapa é a de elaboração do sistema didático experimental, seu método e conteúdo. Nesse sentido, os pesquisadores buscavam construir um plano de ensino por meio da organização dos conteúdos de determinadas disciplinas escolares, articulando-os aos objetivos, aos métodos e aos recursos disponíveis para cada programa disciplinar. Isso se deu, como vimos, ao longo de muitas décadas e sob o comando de muitos estudiosos.

Entretanto, reiteramos que o Sistema Didático assumido nesta pesquisa é o Elkonin-Davydov. Portanto, essa etapa do nosso trabalho é a de construção da tarefa de estudo como componente central desse sistema, por meio da qual os escolares realizam um conjunto de ações e operações com o objetivo de se apropriarem do objeto teórico da atividade, que para o nosso caso é o conceito de *substância química*.

A tarefa de estudo construída nessa etapa teve como objetivo geral criar condições práticas e teóricas para que os escolares da EJA se apropriassem do conceito teórico de *substância química*. Para Davydov (1988), internalizar a dimensão teórica de um conceito significa o domínio do seu aspecto essencial pelo sujeito. Um estudante se apropria de um conceito científico quando consegue entender a sua essência, o aspecto não invariante que ele possui, a sua abstração substantiva, e aplicá-lo em um conjunto de problemas que o exige como meio de solução, isto é, generalizar substantivamente o conceito teórico apreendido.

Com base na análise histórica do conceito de *substância química*, feita no Capítulo 1 desta dissertação, verificou-se que o conceito de pureza é a sua essência. A concepção de que a pureza material indica que estamos diante de uma substância

química não surgiu do acaso, mas é o resultado de muitas pesquisas geradas por cientistas de diferentes épocas e espaços. Além disso, como um conceito nunca está sozinho, mas pertence a uma rede conceitual (VIGOTSKI, 2009), substância química é definida na sua relação com o conceito de “pureza, de material puro, às propriedades físicas, aos constituintes/composição, aos tipos de substâncias (simples ou composta), aos processos de purificação, entre outros” (BELAS et. al., 2018, p.). Com base nessa definição teórica de substância, estruturou-se a tarefa de estudo que apresentamos a seguir.

Seguindo as cinco ações de estudo propostas pela TAE, elaboraram-se cinco tarefas auxiliares com o objetivo de que os escolares conseguissem compreender que a pureza material, relacionada aos demais conceitos listados anteriormente, é a condição nuclear para se caracterizar um determinado material como *substância química*. A primeira ação de estudo consiste na transformação do objeto a fim de encontrar a sua relação universal. Nesse sentido, os estudantes realizam ações e operações práticas e mentais que os conduzam à relação universal do conceito de *substância química*, ou seja, ao conceito de pureza.

Os quadros a seguir sintetizam as cinco tarefas que compõem a primeira ação de estudo, apresentando os objetivos e as ações que orientam a atividade e as condições para a sua efetivação.

Quadro 5. Síntese da primeira tarefa de estudo, com seus objetivos, ações e operações.

Tarefas de estudo	Objetivos	Ações	Operações
Tarefa 01: Análise e resolução de um problema envolvendo o conceito de substância química.	1 - Iniciar a construção das primeiras abstrações substantivas. 2- Iniciar a construção das primeiras generalizações substantivas.	1- Analisar os dados da tarefa para encontrar o seu traço teórico comum. 2- Usar o traço teórico comum para explicar a situação-problema.	1- Ler e interpretar a tarefa. 2- Comparar os elementos da tarefa (relações de semelhança e diferença). 2- Capacidade de abstração. 3- Capacidade de generalização.

Na primeira tarefa os escolares são colocados a analisar uma situação que envolve o conceito de substância química na sua relação com outros conceitos. Com base no referencial teórico adotado nesta pesquisa, Freitas (2016, p. 412) afirma:

A atividade de estudo se inicia pela apresentação de um problema a ser resolvido pelos alunos e introduzido na primeira ação da tarefa. O problema pode ser na forma de pergunta, jogo, algo a ser realizado pelo aluno, um caso etc. Os alunos precisam reunir as informações e dados presentes no problema para examiná-los em busca da relação geral universal do objeto, destacando o núcleo dessa relação como base genética e fonte de todas as suas características e peculiaridades. Essa análise representa o primeiro momento do processo de formação do conceito.

Desse modo, a primeira tarefa é o início do movimento de formação do conceito. Afirmamos que ele ocorre numa trajetória em espiral, pois, ao realizar ações com o objeto de estudo, os estudantes avançam e retornam ao conceito, entretanto, não voltam ao mesmo ponto de onde partiram, pois as ações e operações realizadas permitem que eles regressem ao conceito em outro nível, qualitativamente e quantitativamente mais elevado. É nessa perspectiva que as tarefas de estudo foram pensadas.

A primeira tarefa apresenta uma situação envolvendo um químico e alguns trabalhadores. Na primeira parte, o químico pede a alguns profissionais que registrem e separem alguns materiais de sua profissão em dois ou mais grupos. Os quadros contendo os materiais foram entregues aos estudantes, e a seguinte questão foi apresentada a eles: "*Suponha que o químico tenha feito o mesmo pedido a você. Faça o mesmo que os trabalhadores fizeram, e explique por que você organizou os seus materiais da forma que fez*". Nesta questão, os estudantes, diferente dos trabalhadores consultados pelo químico, após listar os materiais de suas profissões, devem explicar o critério de separação. O objetivo é conduzi-los às primeiras abstrações e generalizações sobre o objeto de estudo. Por meio da análise, eles devem encontrar um ou mais atributos comuns ao conjunto de materiais listados e, a partir deles, formar um ou mais grupos.

Como as tarefas são realizadas em grupos, nesta primeira parte os estudantes fazem a listagem dos materiais e a separação com base na profissão que cada um exerce.

Ao analisarem os dados dessa tarefa, espera-se, primeiramente, que os estudantes abstraíam as propriedades empíricas dos materiais e, fundamentando-se nelas, estabeleçam os critérios de divisão. Ou seja, que formem grupos com base na cor, na forma, no peso, no estado físico, no cheiro etc.

Na segunda parte da tarefa, os estudantes recebem o quadro organizado pelo Químico com os materiais de todos os profissionais. O quadro contém dois grupos, o S⁶ e o M. Cada um destes foi subdividido em dois subgrupos, o S em SS e SC, e o M em MHo e MHe. Em seguida, devem realizar o seguinte procedimento: *Observe e analise como o Químico organizou os materiais dos trabalhadores, em seguida, tente organizar os materiais do seu grupo da mesma forma.*

Se na primeira parte os escolares deixarem de analisar os materiais da tarefa, na segunda, eles são conduzidos a efetuarem tal ação. Para que organizem os seus materiais do mesmo modo que o Químico é necessário analisar o quadro construído por ele, e encontrar as semelhanças e diferenças entre os materiais.

A primeira síntese dessa tarefa é a seguinte: não é possível se chegar a uma resposta à questão com base nos atributos empíricos dos materiais, necessitando uma análise para além do imediato. No caso do conceito em estudo, é necessário analisar a composição dos materiais.

O quadro a seguir sintetiza a segunda tarefa de estudo. Ela conduz o pensamento dos escolares para o aspecto composicional dos materiais como condição necessária para a formação do pensamento teórico de *substância química*.

Quadro 6. Síntese da segunda tarefa de estudo, com seus objetivos, ações e operações.

Tarefa de estudo	Objetivos de estudo	Ações de estudo	Operações de estudo
Tarefa 02: Análise da composição dos materiais como critério de identificação de substâncias e mistura de substâncias.	<p>1- Compreender que sistemas materiais podem ser formados por mais de um material.</p> <p>2 - Perceber que é possível separar os materiais com base na sua composição.</p> <p>4- Introduzir o conceito de mistura.</p> <p>4- Compreender que sistemas materiais podem ser homogêneos ou heterogêneos, e que um sistema homogêneo nem sempre é composto por apenas um material.</p> <p>5 - Apropriar-se de aspectos procedimentais</p>	<p>1- Realizar procedimentos experimentais com alguns materiais a fim de compreendê-los no nível da composição.</p> <p>2- Usar a composição dos materiais como critério para analisá-los.</p> <p>3 - Construir as primeiras representações da composição dos materiais.</p> <p>4 - Iniciar a construção do modelo geral de ação.</p>	<p>1- Misturar materiais diferentes e descrever as mudanças que ocorrem após o procedimento.</p> <p>2- Representar objetos e procedimentos de forma que possam ser distinguidos.</p> <p>3- Realizar atividades de registro e comparação dos resultados das ações de estudo.</p>

⁶ S= substância; SS= substância simples; SC= substância composta; M= mistura; MHo= mistura homogênea; MHe= mistura heterogênea.

	da atividade científica. 6- Iniciar o processo de estudo da composição dos materiais como condição para se chegar a abstração substantiva “pureza química”.		
--	--	--	--

Na segunda tarefa de estudo, avançamos no entendimento do conceito de substância a partir da análise da composição dos materiais. Por conseguinte, as ações conduzem os escolares a compreenderem que sistemas materiais (porções de matéria) são formados por um ou mais tipos de materiais. Além disso, iniciamos o estudo do conceito de mistura química, também a partir da composição, podendo classificá-las em homogêneas e heterogêneas. Após a realização de alguns experimentos, os escolares respondem a algumas questões, primeiro no contexto da experimentação, depois sobre a análise dos materiais da tarefa 1.

Como síntese dessa tarefa, os escolares precisam concluir que: sistemas materiais podem ser homogêneos ou heterogêneos e, com base na aparência, conclui-se que nem sempre um material homogêneo é composto por um único tipo de material. Portanto, somente observando a aparência do material é insuficiente para conseguirmos separá-los usando o critério de composição.

A seguir, apresentamos uma síntese da terceira tarefa de estudo, que tem como objetivo geral introduzir o conceito de pureza e impureza química associando-os ao estudo da composição realizado na tarefa 2.

Quadro 7. Síntese da terceira tarefa de estudo, com seus objetivos, ações e operações.

Tarefa de estudo	Objetivos de estudo	Ações de estudo	Operações de estudo
Tarefa 03. Análise da propaganda “ <i>A verdade é como a água, é pura</i> ” para compreender o conceito de pureza e impureza química.	1- Compreender o conceito de pureza e de impureza no contexto da química. 2 - Compreender que os métodos de separação de misturas são procedimentos experimentais de purificação dos materiais. 3- Construir a primeira abstração teórica sobre o conceito de substância	1- Associar o conceito de pureza e impureza ao de composição dos materiais. 2- Analisar os materiais da primeira tarefa de estudo em substâncias químicas e misturas de substâncias.	1- Assistir um vídeo sobre o processo de obtenção do alumínio para discutir o conceito de pureza e impureza na química. 2 Responder questões-problemas envolvendo os conceitos dessa tarefa e das outras.

	química.		
--	----------	--	--

Nessa tarefa, os estudantes analisam uma propaganda de água mineral envolvendo a palavra “pura”. Primeiro, eles devem responder o que é puro e impuro no senso comum, depois segundo o estudo da composição dos materiais realizado na tarefa anterior.

No segundo momento, para subsidiar as discussões sobre pureza química, o professor passa um vídeo sobre a obtenção do alumínio. Ao término das discussões, os escolares constroem a primeira generalização teórica sobre o conceito de substância química: *no sentido químico, um material é considerado puro quando só é composto dele mesmo, ou seja, sem estar misturado com outro material. Esse material puro recebe o nome de substância química.*

Após a elaboração da generalização teórica, os escolares voltam a analisar os materiais da tarefa 1 e a separá-los em dois grupos: substância e mistura de substâncias.

Como síntese prevista para essa tarefa, os escolares devem concluir que: uma substância química é um material puro, que é obtido por processos de purificação. Uma mistura é um material impuro, ou seja, composto por duas ou mais substâncias. Quanto ao seu aspecto visual, as misturas podem ser classificadas em homogênea (quando só é possível ver uma fase na sua composição) e heterogênea (quando vemos mais de uma fase). Além disso, existem vários métodos de separação de misturas. A escolha do método dependerá das propriedades dos materiais que compõem a mistura.

A indagação que fica dessa tarefa, que servirá de base para a próxima, é a seguinte: *como garantir que um material é puro? Ou seja, que estamos falando de uma substância química e não de uma mistura de substâncias?*

O quadro abaixo sintetiza a quarta tarefa de estudo, que tem como objetivo aprofundar o conceito de substância e mistura de substância a partir da leitura de um texto, resolução de um problema envolvendo o conceito de ebulição e da realização de algumas demonstrações sobre densidade e solubilidade.

Quadro 8. Síntese da quarta tarefa de estudo, com seus objetivos, ações e operações.

Tarefa de estudo	Objetivos de estudo	Ações de estudo	Operações de estudo
Tarefa 04: Leitura e discussão do texto "Substâncias e misturas".	<p>1- Compreender que as propriedades físicas dos materiais contribuem para sabermos se estamos diante de uma substância (material puro) ou de uma mistura de substância (material impuro).</p> <p>2- Entender que as propriedades físicas das substâncias não são fixas, mas dependem das condições de realização do experimento que as identificam.</p> <p>4- Compreender o conceito de substância química na sua forma teórica e em rede com outros conceitos.</p>	<p>1- Analisar o comportamento de uma substância e de uma mistura quanto a temperatura de fusão e ebulição.</p> <p>2- Analisar o comportamento de algumas substâncias quanto a solubilidade e a densidade em diferentes condições (pressão, temperatura etc.).</p>	<p>1- Associar o conceito de pureza e impureza ao de composição dos materiais.</p> <p>2- Usar a composição dos materiais como critério para analisá-los.</p> <p>3- Resolver alguns problemas para entender o comportamento das substâncias e misturas de substâncias.</p>

Nessa tarefa, os escolares leem o texto "substâncias e misturas" que, além de ser uma síntese dos estudos realizados até aqui, apresenta algumas propriedades da matéria que são utilizadas como critérios de distinção entre substância e misturas de substâncias.

Após a leitura e discussão do texto, os estudantes realizam uma atividade experimental para resolver o seguinte problema: *Maria e Roberto estão casados há 40 anos. Os dois adoram cozinhar juntos, principalmente agora após a aposentadoria de Roberto. Passando mais tempo juntos na cozinha, os dois iniciaram uma velha discussão a respeito do hábito que Maria tem de baixar o fogo do fogão quando ela percebe que a água que está cozinhando os ovos começa a ferver. Roberto alega que Maria está atrasando o momento da refeição com essa atitude, pois baixando o fogo os ovos demoram a cozinhar. Já Maria fala que está economizando o gás, pois não muda o tempo de cozimento após a água começar a ferver, mesmo ela baixando o fogo. Quem está correto, Maria ou Roberto?*⁷

O experimento permitirá aos alunos verificar que durante as mudanças de fase (fusão e ebulição) a temperatura de uma substância permanece constante, enquanto

⁷ Adaptado de Lira (2018).

as das misturas variam. Conseqüentemente, ao analisarem o problema proposto, e sabendo que a água é uma substância, concluem que não altera o tempo de cozimento dos ovos quando Maria baixa o fogo, portanto, ela está correta.

As demonstrações sobre solubilidade e densidade foram feitas em diferentes condições de temperatura para que os estudantes percebessem que as propriedades físicas variam de acordo com as condições experimentais. Nessa mesma perspectiva, discute-se o problema anterior na condição de aumento de pressão (panela de pressão).

Após a conclusão dessa tarefa, os escolares compreenderão que as substâncias químicas apresentam valores característicos de propriedades físicas (aspectos macroscópicos), podendo variar a depender das condições experimentais.

O quadro a seguir traz a síntese da quinta tarefa de estudo, que tem como objetivo avançar na compreensão do conceito de substância química na perspectiva da composição microscópica, concluindo a primeira ação de estudo.

Quadro 9. Síntese da quinta tarefa de estudo, com seus objetivos, ações e operações.

Tarefa de estudo	Objetivos de estudo	Ações de estudo	Operações de estudo
Tarefa 05. Assistir ao vídeo "Mundos invisíveis: o alfabeto da matéria" e leitura e discussão do texto "Constituição microscópica da matéria".	1- Compreender a constituição da matéria do ponto da sua composição microscópica. 2- Entender que quanto aos tipos de substâncias, elas podem ser simples ou compostas. 3- Compreender que a composição constante se refere ao principal constituinte de uma substância que está em equilíbrio químico. 3- Aprender que a representação das substâncias é feita por meio de uma fórmula química. 4- Compreender o conceito de substância química na sua forma teórica e em rede com	1- Analisar a tabela periódica como o "alfabeto da matéria". 2- Realizar pesquisas na internet para identificar a composição química dos materiais que foram listados na tarefa 1. 3- Por meio da análise dos materiais da tarefa 1, conseguir classificá-los em misturas homogêneas e heterogêneas, bem como em substância simples e composta.	1- Todas as ações anteriores. 2- Realizar pesquisas na internet.

	outros conceitos.		
--	-------------------	--	--

Para o estudo da composição microscópica dos materiais, nessa tarefa de estudo os escolares assistem o vídeo “Mundos invisíveis: o alfabeto da matéria” e leem o texto “Constituição microscópica da matéria”. Após as discussões, eles respondem a questão: *Com base nas informações do texto anterior, e das aulas que já tivemos, volte a analisar o quadro elaborado pelo Químico na tarefa 01. O que você conclui sobre a organização dos materiais feita por ele?*

Os estudantes deverão organizar os materiais da questão 02 da tarefa 01 em substâncias (simples e compostas) e misturas (homogêneas e heterogêneas) de duas formas possíveis (a depender do contexto, da disponibilidade de equipamentos e do desenvolvimento da turma):

Opção 1) Realizar pesquisa na internet (usando celulares) sobre a composição química dos materiais que cada grupo listou.

Opção 2) Entregar pequenos textos (exemplo abaixo) com as informações necessárias para que os escolares possam diferenciar os seus materiais em substâncias simples e compostas, misturas homogêneas e heterogêneas.

Texto 1. A composição química da água sanitária

A composição química da água sanitária é basicamente uma solução aquosa (H_2O) de hipoclorito de sódio ($NaClO$). A solução de hipoclorito de sódio é levemente amarelo-esverdeada e com cheiro característico.

Com a finalização desta tarefa chega-se à abstração do traço geral e essencial do objeto substância química, tornando-se referência para a generalização teórica. Ou seja, os escolares chegam à seguinte abstração teórica:

“Substância química é um material puro que apresenta composição constante em transições de fase e propriedades físicas com valores característicos sob condições especificadas, cuja representação é feita por sua fórmula química” (BELLAS, et. al., 2019).

Com a “finalização” da primeira ação de estudo, avançamos para a modelação da relação geral e essencial descoberta. Ou seja, a etapa de construção do modelo da abstração teórica.

A seguir, apresentamos a síntese da primeira tarefa de estudo que compõe a segunda ação de estudo.

Quadro 10. Síntese da tarefa de estudo que corresponde à segunda ação de estudo, com seus objetivos, ações e operações.

Tarefa de estudo	Objetivos de estudo	Ações de estudo	Operações de estudo
Tarefa 06: Elaboração do modelo da relação universal do conceito de substância.	1- Construir um modelo que represente o traço essencial do conceito de substância química na forma de enunciado, na forma gráfica, de mapa conceitual, desenho etc.	1- Encontrar as conexões conceituais que envolvem o objeto de estudo. 2- Escolher a melhor forma de representar o modelo. 3- Definir o que não pode faltar no modelo nesse momento do estudo.	1- Conectar os conceitos a partir dos estudos realizados nas outras tarefas.

No modelo da relação geral universal de *substância química*, os estudantes representam, na forma de enunciado, utilizando desenhos ou esquemas gráficos, a relação básica e genética que está no cerne de todas as substâncias químicas. Essa abstração torna-se referência para a generalização teórica. Por meio dessa generalização, “aprofunda-se a análise do objeto, relacionando-se o seu aspecto geral e essencial aos aspectos particulares, singulares e concretos verificáveis em situações contextualizadas” (FREITAS, 2016, p. 399).

A segunda ação de estudo

[...] Põe os alunos em um processo simultâneo de criação e de reprodução da relação geral universal. Para eles consiste em criar algo para representar a relação, no entanto eles reproduzirão algo que já foi historicamente criado pelos pesquisadores tratando-se, portanto, de uma recriação” (FREITAS, 2016).

Portanto, enquanto os escolares criam a relação universal, reproduzem de forma sintética o processo histórico de representação do próprio objeto de estudo.

A próxima ação de estudo é a de transformação do modelo para estudar as suas propriedades de forma pura. Como o modelo da relação universal apresenta-se como abstração substantiva, a sua transformação tem a função de possibilitar aos

escolares “o estudo das propriedades da relação universal em seu aspecto concreto e não apenas abstrato” (FREITAS, 2016, p. 413). Nesse sentido, o estudo de situações concretas envolvendo o conceito de substância permite a revelação do conceito de pureza química para os escolares nas suas diferentes manifestações particulares.

Quadro 11. Síntese da tarefa de estudo que corresponde à terceira ação de estudo, com seus objetivos, ações e operações.

Tarefa de estudo	Objetivos de estudo	Ações de estudo	Operações de estudo
Tarefa 7- Transformação do modelo da relação geral do objeto Substância para estudar suas propriedades de forma integral.	1- Entender o conceito de substância química nas suas diversas manifestações particulares a fim de que o modelo geral possa assumir a sua forma pura.	1- Introduzir alterações na relação geral construída anteriormente. 2- Reorganizar o modelo a fim de responder às diversas manifestações particulares.	1- Utilizar os conceitos aprendidos e as conexões entre eles para subsidiar as modificações no modelo nas diferentes situações particulares.

Para Freitas (2016), a adequação do “núcleo” ao objeto só se revela para os escolares quando extraem daí as múltiplas manifestações particulares. As deduções a partir da relação universal só acontecerão quando os estudantes estiverem solucionando satisfatoriamente diversas outras tarefas em que o objeto é apresentado em situações particulares. As alterações no modelo consistem em introduzir mudanças na relação geral universal, ou em seus elementos, de modo que se altera o núcleo dessa relação e, conseqüentemente, o resultado.

Parafraseando Freitas (2016), qualquer mudança em um dos elementos essenciais que constituem o núcleo do conceito de *substância química* resultará em alterações que a descaracterizam enquanto substância, ou provocam mudanças significativas que podem gerar conseqüências. Quando os escolares compreendem isso, reforçam a base geral do conceito de substância, “identificam seu vínculo com relações particulares que interferem na forma pela qual se apresenta na realidade e compreendem que está sujeita a um processo de transformação” (FREITAS, 2016, 413).

A quarta ação de estudo envolve os escolares na resolução de tarefas particulares utilizando a relação geral universal do objeto de estudo. Ou seja, o

professor apresenta aos estudantes um conjunto de questões que exigem a relação geral do conceito estudado para serem resolvidas.

Quadro 12. Síntese da tarefa de estudo que corresponde à quarta ação de estudo, com seus objetivos, ações e operações.

Tarefa de estudo	Objetivos de estudo	Ações de estudo	Operações de estudo
Tarefa 8: solução de tarefas particulares que podem ser resolvidas utilizando-se a relação geral presente no objeto Substância.	1- Resolver problemas particulares envolvendo o conceito de substância química.	1- Identificar em cada uma das tarefas a presença da relação universal de substância química. 2- Utilizar o modelo da abstração teórica para resolver todas as tarefas particulares.	1- Entender o modelo da relação geral. 2 - Resolver questões que envolvam o conceito de substância química.

O professor formula um conjunto de tarefas em que os escolares devem utilizar a relação geral de substância química para analisar diferentes situações em que esse conceito aparece.

A quinta ação de estudo se refere ao controle das ações anteriores, como forma de assegurar que os escolares estão executando corretamente as ações de estudo e as suas correspondentes operações. A esse respeito, Freitas (2016) afirma:

O controle consiste em um exame qualitativo substancial do resultado da aprendizagem em comparação com o objetivo do ensino e, nesse sentido, equivale à avaliação dos alunos por si próprios, tendo como referência o conteúdo de suas ações, examinando seus fundamentos e verificando a correspondência com o que pede a tarefa. Os alunos realizam uma reflexão consciente e crítica sobre sua atividade de estudo, pensam sobre suas ações mentais e visando reorganizá-las, se necessário.

Para isso, é necessário que se destinem momentos de reflexão coletiva sobre as ações e operações que estão sendo realizadas pelos estudantes, permitindo a exposição dos modos pelos quais estão resolvendo suas atividades e as conclusões a que estão chegando.

Por fim, a sexta ação de estudo, onde o professor avalia, individualmente, se os escolares se apropriaram do conceito de *substância química* na sua forma teórica. Isso implica responder à seguinte questão: “o aluno se apropriou da relação geral abstrata e a utiliza na análise de relações particulares concretas do objeto?” (Freitas, 2016, p. 415). Para tanto, avalia-se as questões propostas na quarta ação de estudo,

intercalando com os momentos de reflexão que foram permitidos durante a resolução das tarefas.

A etapa seguinte é a de desenvolvimento do experimento didático construído. É o momento de torná-lo “vivo”, inserindo-o no cenário da realidade concreta de onde parte e para onde retorna. Trata-se de revelar os seus limites e suas contribuições, as mudanças que ele promove e as interferências que sofre, seus limites e possibilidades reais. Em última instância, significa pôr o experimento em movimento, em contato com a realidade de onde emerge.

Portanto, o capítulo seguinte discutirá e analisará as ações realizadas durante a aplicação da sequência didática, revelando suas potencialidades e limitações. A análise será conduzida sobre a base das seis ações de estudo propostas por Davydov e colaboradores para a aprendizagem de conceitos teóricos. Durante a análise dos dados, as categorias *pensamento empírico* e *pensamento teórico* serão centrais, pois revelam o movimento necessário, da primeira a segunda, para a construção de uma educação de qualidade de acordo com as concepções teóricas adotadas nesta pesquisa.

CAPÍTULO 3

DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DO EXPERIMENTO DIDÁTICO-FORMATIVO

O experimento didático-formativo aconteceu durante 12 encontros com, em média, 50 minutos de duração. Ele foi desenvolvido entre o dia 04 de agosto e o dia 21 de outubro em uma escola da rede municipal de Arapiraca-Al.

Inicialmente, previmos a formação de grupos de 4 a 5 integrantes, mas a quantidade pequena de estudantes, a resistência em formar grupos e a infrequência dos escolares nos conduziu a outras configurações, dependentes mais da dinâmica da aula e da turma do que do planejamento prévio.

As duas turmas apresentam perfis de EJA muito distintos. A 5ª fase A é majoritariamente formada por estudantes adolescentes, que nunca entraram no mercado de trabalho (mesmo informal) e excluídos recentemente do ensino regular. Já os estudantes da 5ª fase B são majoritariamente adultos, com vasta experiência no mercado de trabalho (prioritariamente informal), pais, mães e avós excluídos a mais tempo do processo de escolarização formal. Tais singularidades geraram relações distintas em torno da construção da atividade de estudo no contexto empírico de cada sala de aula.

Reiteramos que o experimento didático foi organizado em tarefas de estudo que têm como objetivo a formação do pensamento teórico de substância química, que se objetiva por meio de seis ações que compõem a TAE. Segundo Davydov (1988), a tarefa de estudo é de suma importância, pois, quando posta em movimento no contexto da sala de aula, dá início a um processo de aprendizagem, pelo estudante, de modos de ação generalizantes sobre o objeto teórico da aprendizagem e, conseqüentemente, do desenvolvimento do seu pensamento teórico.

Nessa perspectiva, a análise dos dados será conduzida dentro de cada ação de estudo, pois a consideramos unidade dentro do todo que é a tarefa. Nesse sentido, o conjunto de encontros reais que foram necessários para a execução de cada ação comporão núcleos de análise. Além disso, destacamos para a análise os episódios das

aulas nos quais estudantes e o professor-pesquisador⁸ estabeleceram reflexões em torno do objeto de estudo (substância química).

3.1 Primeira ação de estudo: formação do conceito teórico de substância química

A fase de aplicação do experimento didático-formativo iniciou-se no dia 04 de agosto de 2022, conforme o plano de atividade experimental proposto para esta pesquisa, com a apresentação de uma situação-problema que tinha como objetivo desencadear as primeiras abstrações dos estudantes vinculadas a primeira ação de estudo do plano teórico da Didática Desenvolvimental. Ou seja, no nosso caso particular, iniciar o processo de transformação dos dados da tarefa a fim de encontrar a relação universal do objeto *substância química*.

O professor-pesquisador orientou os estudantes sobre o início da atividade de estudo, apresentando uma situação-problema como ponto de partida para o desenvolvimento da aprendizagem do conceito. O experimento começou com o professor-pesquisador pedindo para que os escolares formassem grupos de estudo. A Teoria Histórico-Cultural do Desenvolvimento Humano de Vigotski afirma que a aprendizagem começa nas relações interpessoais, no meio social, e só depois o seu conteúdo se constitui em arcabouço psicológico da subjetividade. Os grupos de estudo também permitem que os estudantes conversem entre si, usando a linguagem não só como meio de comunicação, mas também como instrumento de regulação interna, psíquica, da atividade (VIGOTSKI, 2009).

Além disso, na realização de atividades coletivas, os escolares mais desenvolvidos auxiliam na aprendizagem dos menos desenvolvidos. No contexto empírico da presente pesquisa, a organização da atividade em grupos de estudo permitiu que os escolares mais frequentes auxiliassem os menos frequentes sobre a situação-problema a ser resolvida e o que já tinha sido alcançado em termos de aprendizagem, permitindo o avanço da atividade sem que o professor-pesquisador

⁸ Em referência a nossa dupla atuação: professor que intervém na prática e pesquisador que reflete sobre ela.

tivesse que retomar os pormenores do experimento toda vez que um novo estudante comparecesse a aula⁹.

No quadro abaixo, apresentamos a organização dos escolares em grupos de estudo que foram formados ao longo do experimento didático-formativo.

Quadro 13. Organização dos grupos de estudo em suas respectivas turmas durante os doze encontros do experimento didático-formativo.

Data do encontro	Grupos de estudo	Turmas	
		5ª fase A	5ª fase B
04/08/2022	Grupo 1	E15, E17, E20 E07; E18 e E11	E03, E04 e E08
	Grupo 2		E01 e E05
	Grupo 3		E14, E19, E10 e E13
12/08/2022	Grupo 1	E15, E17, E07 e E11	E03, E04 e E08.
	Grupo 2	E02, E01 e E14	
	Grupo 3	E19 e E21	E19, E15, E17, E13 e E11.
18/08/2022	Grupo 1	E15, E17, E20, E07, E18 e E11	E03, E04, E08 e E05.
	Grupo 2	E02, E01 e E14.	E01, E02 e E09
	Grupo 3	E19 e E22	E19, E15, E17 e E14
	Grupo 4	E04	E06, E16 e E07
	Grupo 5	E22, E03 e E16.	
31/08/2022	Grupo 1	E15, E17, E12, E07, E18 e E11.	E03, E04, E08 e E05.
	Grupo 2	E02, E14 e E08.	
	Grupo 3		E13, E15, E11 e E14.
	Grupo 4		E06.
	Grupo 5	E23, E03, E20 e E16.	E12 e E18.
08/09/2022	Grupo 1	E17, E18 e E11.	E03, E04 e E08.
	Grupo 2	E02 e E01.	E01, E02 e E09.
	Grupo 3	E19.	E13, E15, E11 e E14.
	Grupo 4	E08.	E06 e E16.
	Grupo 5	E23, E03 e E20.	E12 e E18.

⁹ Apesar disso, em muitos encontros o professor-pesquisador teve que retomar as tarefas quase que completamente. Isso aconteceu não só pela infreqüência de muitos escolares, mas por descontinuidades no segmento das aulas causadas por eventos e/ou feriados facultativos

15/09/2022	Grupo 1	E17, E01, E14, E19, E03 e E15.	E13, E04, E08, E02, E12 e E16
	Grupo 2		
	Grupo 3		
	Grupo 4		
	Grupo 5		
22/09/2022	Grupo 1	E01, E03, E07, E11, E12, E14, E15, E17.	E02, E03, E05, E06, E08, E11, E12, E13 e E15.
	Grupo 2		
	Grupo 3		
	Grupo 4		
	Grupo 5		
06/10/2022	Grupo 1		
	Grupo 2		
	Grupo 3		
	Grupo 4		
	Grupo 5		
07/10/2022	Grupo 1		
	Grupo 2		
	Grupo 3		
	Grupo 4		
	Grupo 5		
13/10/2022			
20/10/2022			
21/10/22			

Formado os grupos, o professor-pesquisador entrega a tarefa aos estudantes e inicia a leitura coletiva da situação-problema nela contida (Anexo 1). A tarefa exigia que cada estudante pensasse em alguns materiais de sua profissão, ou do cotidiano, e os listasse numa folha de caderno. Em seguida, pedia-se que os materiais fossem organizados em dois ou mais grupos segundo um ou mais critérios de separação. Depois, os grupos deveriam fazer uma lista com todos os materiais de cada integrante e separá-los em dois ou mais grupos, também fundamentando-se em um ou mais critérios de separação.

Como dito anteriormente, a primeira ação de estudo é composta por cinco tarefas de estudo. Foram necessários nove encontros para a realização dessas tarefas. O primeiro, que aconteceu no dia 04 de agosto, contou com a participação de somente seis estudantes na turma A. Por esse motivo, e pela afinidade que apresentaram, decidiu-se formar nesse dia apenas um grupo de estudo. O papel do professor-pesquisador nesse encontro foi o de apresentar e esclarecer a situação-problema de modo que todos pudessem entendê-la. Nesse sentido, observava-se as interações entre os grupos e seus integrantes a fim de auxiliá-los, quando necessário.

No segundo encontro, do dia 12 de agosto, a turma 5ª fase A contou com a presença de nove escolares, sendo que dois dos que compareceram no dia 04 faltaram. Formaram-se mais dois grupos de estudo. O professor-pesquisador pediu para que os cinco estudantes novos formassem um único grupo, mas houve resistência por parte deles. No final, formaram-se uma dupla (grupo 3) e um trio (grupo 2).

O terceiro encontro (18 de agosto) foi o mais cheio, compareceram 17 escolares. Formaram-se mais dois grupos de estudo, totalizando cinco grupos. Este encontro foi bastante difícil, pois além da necessidade de retomarmos o que já tínhamos estudado, os novos estudantes não se mostraram dispostos a realizar as tarefas.

O quarto encontro ocorreu no dia 31 de agosto. Ele foi adiado, pois no dia 25 os estudantes estavam fora da escola, realizando uma atividade no Planetário da cidade. Em conversa com o professor responsável pela turma, foi acordado que o quarto encontro aconteceria na quarta-feira, dia 31, e o 5º encontro na quinta-feira no

dia 01 de setembro. Entretanto, por motivos de saúde, o professor-pesquisador não pode comparecer à escola no dia 01, ficando o quinto encontro para o dia 8 de setembro.

Durante o quarto encontro, comparando-o ao terceiro, tivemos poucos estudantes na sala de aula, principalmente na turma 5ª fase A. Apesar disso, a aula aconteceu e percebemos bastante entusiasmo dos estudantes. O engajamento foi notado mesmo entre aqueles que estavam mais distantes nos encontros anteriores.

No dia 8 de setembro tivemos o quinto encontro. Nesse dia, ocorreram dois imprevistos: primeiro, uma das professoras faltou e, por isso, o professor de ciências teve que antecipar as duas aulas que seriam ministradas depois do intervalo na 5ª fase A. Consequentemente, o professor-pesquisador precisou administrar a aula nas duas turmas concomitantemente. Isto ocasionou alguns problemas para a construção dos dados deste encontro, pois impossibilitou a permanência do professor-pesquisador dentro da sala de aula durante todo o período de realização da atividade, uma vez que ora estava na turma 5ª fase A ora na 5ª fase B. O segundo imprevisto foi uma falha na gravação da aula pelo aparelho eletrônico, resultando em perda do registro de áudio da maior parte do encontro formativo.

Apesar desses imprevistos, o encontro seguiu e rendeu boas discussões. O estudante E08 da 5ª fase A, que não aparecia na aula há algumas semanas, mostrou-se interessado pelas discussões a respeito da composição química dos materiais que constituem a natureza, expondo suas ideias sobre a tarefa que estavam desenvolvendo e associando-a à problemas que foram levantados no dia de realização da avaliação diagnóstica.

O sexto encontro formativo foi realizado no dia 15 de setembro. Assim como em outros, este foi caracterizado pela enorme ausência dos estudantes, principalmente na 5ª fase A. Além disso, esta turma demonstrou um imenso desinteresse pela aula, pois queriam ir embora, mas foram impedidos pelo diretor da escola. Apesar disso, insistimos na realização da atividade, buscando entender o motivo do desinteresse e tentando trazê-los para o debate em torno do objeto de estudo.

Devido a essas as circunstâncias, o professor-pesquisador assumiu a turma como um único grupo e tentou gerar discussões coletivas a respeito dos conteúdos que vínhamos estudando. Tal estratégia possibilitou que cada estudante expusesse o seu entendimento sobre o conteúdo para a turma, gerando bons debates em torno do conceito de *substância química*.

O sétimo encontro aconteceu no dia 22 de setembro de 2022. Novamente, o professor-pesquisador considerou a turma como um grande grupo de estudo orientado para a apreensão do conceito de substância química. No início da aula, retomamos o que tínhamos estudado no encontro anterior a partir de duas questões-chave: a) *Quando alguém fala que algo é puro, o que isso significa para você?* b) *E quando alguém fala que algo é impuro?* Após comentários dos alunos que estavam presentes no sexto encontro, o professor-pesquisador foi retomando as discussões e fazendo algumas sínteses a respeito do conceito de puro e impuro no âmbito da química. Também retomamos a ideia de pureza a partir de uma propaganda que foi entregue aos estudantes no encontro anterior.

Figura 2: O conceito de pureza em uma propaganda de água mineral



Fonte: <https://marcasemaccao.com/angola-pura-mostra-que-a-verdade-e-como-a-agua/>

A partir da propaganda anterior, o professor-pesquisador retomou mais duas questões do último encontro: a) *Quando alguém fala que a água é pura, o que isso significa?* b) *Agora pense e responda à questão anterior com base no que já estudamos sobre a composição dos materiais.* Com base nessas questões, o professor discutiu as principais ideias levantadas pelos estudantes.

Após as discussões iniciais, passou-se um vídeo sobre o processo de extração e purificação do alumínio. O objetivo do vídeo foi conduzir os estudantes a iniciarem a

reflexão sobre o conceito de purificação como um processo por meio do qual separamos determinada substância de uma mistura.

Finalizada as primeiras discussões, demos início a produção da primeira generalização teórica sobre o conceito de substância química.

No sentido químico, um material é considerado puro quando só é composto dele mesmo, ou seja, sem estar misturado a outro material. Esse material puro recebe o nome de substância química (BELLAS, 2018).

O oitavo encontro aconteceu no dia 06 de outubro de 2022. Retomou-se o que havíamos estudado nas últimas aulas e entregou-se uma atividade para que os grupos respondessem. Eles tinham que analisar os materiais que cada grupo listou na primeira aula e dividi-los em dois grupos: substância e misturas de substâncias. Nesse momento, eles já passaram por um conjunto de tarefas e episódios de reflexão em torno desses conceitos, sendo, em tese, capazes de diferenciar sistemas materiais quanto ao grau de pureza e impureza química.

No dia 07 de outubro realizou-se o último encontro do conjunto de tarefas que tinham como objetivo a formação da abstração substantiva que permite caracterizar todo e qualquer sistema material como substância: o conceito de pureza química.

Durante essa aula, devido a ausência da professora de matemática, juntamos as duas turmas para discutirmos o texto “substâncias e misturas” e realizar uma atividade demonstrativa a respeito das propriedades físicas da matéria: solubilidade e densidade. A tarefa previa uma atividade experimental sobre os conceitos de temperatura de fusão e ebulição de substâncias e misturas de substâncias. Contudo, não foi possível realizá-la, esses conceitos foram apresentados pelo professor-pesquisador utilizando gráficos de mudança de fase.

Antes de avançarmos para a apresentação dos dados que emergiram durante os encontros, destacamos que a quinta tarefa de estudo, prevista no experimento didático, não foi realizada. Ela propunha avançar na compreensão dos constituintes da matéria, inserindo os conceitos de substância simples e composta, molécula, elemento químico e átomos. Todavia, o estudo de tais conceitos exigiria um tempo que já não tínhamos durante o desenvolvimento do experimento didático, pois

contratempos mudaram o curso empírico do nosso trabalho e nos impuseram mudanças estruturais e procedimentais.

Nesse sentido, o conceito de substância química permaneceu no universo macroscópico da matéria, tendo como aspecto substantivo os conceitos de pureza e impureza química, as propriedades físicas e a nomenclatura. Isto é, substância entendida como um material puro (composição constante) que possui propriedades físicas com valores característicos (sob determinadas condições experimentais) e recebe um nome específico. Logo, é esta compreensão que se buscou formar nos escolares durante o experimento didático.

Apesar das turmas serem distintas em diferentes aspectos, apresenta-se e analisa-se os dados concomitantemente, alternando-as e seguindo a cronologia dos encontros. Significa que se apresentam os dados da 5ª fase A sobre o primeiro encontro, seguidos dos dados da 5ª fase B, e assim sucessivamente.

Na primeira parte da tarefa 1, os escolares da turma A e B deveriam listar alguns materiais e separá-los de acordo com critérios estabelecidos por eles.

Grupo de estudo A1: Separamos em duas categorias: materiais domésticos (formados por dois grupos) e itens de trabalho (formados por dois grupos).

Grupo de estudo A2: separamos porque as coisas ficam mais organizadas dentro de casa (dois grupos).

Grupo de estudo A3: porque usamos primeiro as coisas do grupo 1 e depois, para finalizar, usamos as do grupo 2.

Grupo de estudo A4: os do grupo 1 são os que usamos para trabalhar, os do grupo 2 usamos em casa.

Grupo de estudo A5: O grupo 1 usamos para o entretenimento, o grupo 2 usamos no dia a dia.

No momento de realização da atividade, notou-se que nenhum dos integrantes buscou analisar os materiais da tarefa antes de começar a listagem dos seus próprios materiais. Além disso, eles se restringiram a separá-los baseando-se na profissão que cada um realiza ou realizou, ou no que fazem cotidianamente. Consequentemente, não criaram critérios que estivessem ligados diretamente às propriedades dos materiais. Nesse sentido, para essa tarefa em particular, os escolares usaram critérios cotidianos como meios para resolvê-la.

Durante a apresentação da tarefa na turma B, alguns estudantes tiveram dificuldade em entender o significado da palavra critério no contexto da tarefa de

estudo. O professor-pesquisador utilizou a turma como exemplo para facilitar o entendimento.

Professor-pesquisador: imaginem que alguém me pediu para separar vocês, estudantes dessa sala de aula, em dois ou mais grupos. E que a separação tinha que ter um fundamento, um critério, uma explicação, isto é, não podia ser de qualquer jeito. De que forma eu posso fazer isso? De um lado eu peço para que fiquem as mulheres e do outro os homens, ou de um lado os menores de 18 anos e do outro os maiores de 18. Percebam que eu estou escolhendo critérios para separar a turma, no primeiro caso, o gênero, e no segundo, a idade.

Essa explicação ajudou os estudantes a compreenderem a tarefa, pois deu sentido a uma palavra que não é frequente no cotidiano deles. Ainda assim, foi necessário passar em todos os grupos para esclarecer o que deveriam fazer.

A seguir, apresentam-se os critérios escolhidos pelos grupos.

Grupo de estudo B1: Separamos em dois grupos: tamanhos diferentes e pesos diferentes

Grupo de estudo B2: Separamos em três grupos: jogo do bicho, pedreiro e doméstica.

Grupo de estudo B3: Separamos em quatro grupos: artesã, serviços gerais, doméstica e mecânico.

Grupo de estudo B4: Separamos em três grupos: tecnológico, limpeza e construção.

Com exceção do grupo 1, os demais não conseguiram propor a separação dos materiais com base nas suas propriedades, escolhendo a profissão dos integrantes ou as atividades domésticas como critério. Assim como na turma A, o cotidiano imperou na escolha dos critérios pelos grupos.

O segundo encontro do experimento didático-formativo aconteceu no dia 12 de agosto, oito dias após a realização da primeira aula, pois no dia 11 de agosto a escola realizou o conselho de classe, impossibilitando nossas atividades. Nesse dia demos início a segunda parte da primeira tarefa de estudo. A duração da aula foi de 30 e 25 minutos para as turmas A e B, respectivamente.

A segunda parte da tarefa exigia que os estudantes analisassem a organização dos materiais feita pelo Químico e tentassem fazer o mesmo com aqueles listados por eles. Diante disso, os escolares foram estimulados a observar e diferenciar os materiais do quadro que o Químico produziu a fim de encontrar o traço comum que permitiu tal agrupamento e, a partir dele, organizar os materiais do seu grupo. Se na primeira parte da tarefa os estudantes não eram "obrigados" a pensarem nas

propriedades dos materiais para formularem seus critérios, agora devem debruçar-se sobre elas a fim de resolver a questão proposta. Assim, ao exigirmos que os critérios para a separação dos materiais de cada grupo correspondessem àquele utilizado pelo Químico, iniciamos o (avancamos no) processo de formação das abstrações e generalizações em torno do objeto de estudo, partindo do concreto ao abstrato.

A seguir, apresentamos a organização dos materiais proposta por alguns grupos da turma A.

Quadro 14: Organização dos materiais da turma 5ª fase A em resposta à questão 2 da 1ª tarefa de estudo.

Grupos de estudo	Organização dos materiais pelos grupos de estudo			
Grupo de estudo A1	Rodo, balde, caneta, caderno, calculadora, vassoura, pano de chão, lápis, celular, cimento, gesso, lixa...		Água e terra.	
	Grupo S Critério: coisas fabricadas		Grupo M Critério: coisas da terra	
Grupo de estudo A3	Rodo, balde, vassoura, pano de chão,	Lápis, celular, cimento, gesso e lixa	Água	Terra
	Grupo SS Critério: trabalho doméstico.	Grupo SC Critério: trabalho empresarial.	Grupo MHo. Critério: líquido	Grupo MHe Critério: sólido.
Grupo de estudo A3	Sabão em pó, sabão em barra, água sanitária, desinfetante, detergente e polidor de alumínio.		Vassoura, rodo, bombril, esponja, pano de chão e lustra móvel.	
	Grupo S		Grupo M	
Grupo de estudo A3	Sabão em pó, sabão em barra, água sanitária e desinfetante.	Detergente e polidor de alumínio.	Vassoura, rodo e pano de chão.	Bombril, esponja e lustra móvel.
	Grupo SS	Grupo SC	Grupo MHo.	Grupo MHe

Com exceção dos grupos A4 e A5, que só se formaram a partir do terceiro encontro, todos os demais conseguiram construir os quadros. Contudo, o único que utilizou as propriedades (organolépticas e físicas) dos materiais como critério de

separação foi o grupo 1 (MHo: líquidos, MHe: sólidos). Apesar de muitas contradições, ele também foi o único a encontrar um traço comum entre os materiais do quadro do Químico e utilizá-lo como parâmetro para a organização dos seus materiais. Por exemplo, o critério do grupo S (coisas fabricadas) se enquadra no grupo S do Químico. As demais regras não encontram correspondência entre o quadro da tarefa e o dos estudantes.

Durante a realização dessa atividade, o escolar E19 se mostrou intrigado com o fato de alguns materiais estarem juntos.

E19: Agora, eu não entendi a amostra de sangue junto da areia, da pedra, da brita, do cimento e do feijão.

Professor: Pois é! Por que estão no mesmo lugar, no mesmo grupo?

E19: É porque tem a mesma vitamina, não é?

Professor: Será? Se for, tente encontrar essa “vitamina” nos materiais que você listou e os coloque neste grupo.

E19: Sei não, professor! Esse Químico não tem o que fazer, não? Fica perturbando a gente. (risos).

A organização dos materiais do grupo MHe do quadro do Químico se mostrou contraditória para E19; não fazia sentido tais materiais estarem juntos. Quando E19 fala “é porque tem a mesma vitamina”, isso nos sugere que para ele o parâmetro utilizado está além da aparência. Dá-se, portanto, um passo importante para a formação das abstrações substantivas, quando estas estão vinculadas ao que é essencial no objeto, quando ultrapassa o que é superficial e imediato. E19 continuou conversando com os integrantes do seu grupo, mas não apresentaram uma explicação para a organização dos seus materiais.

Em relação à turma B, no dia 12 de agosto notou-se a ausência de alguns integrantes que vieram no primeiro encontro e a presença de outros estudantes que não apareceram no dia 04 de agosto. Esse fenômeno relacionado à frequência irregular dos alunos nas aulas continuará ao longo de todos os encontros e em ambas as turmas, expressando a dificuldade de alguns alunos da EJA em frequentar a escola. Como consequência disso, há constantes rompimentos no movimento de estudo do escolar que, sem sombra de dúvidas, pode dificultar, ou até mesmo impossibilitar, a internalização do conceito teórico que está mediando a aprendizagem. Diante dessa condição, típica da EJA, reiteramos a necessidade de se

trabalhar em grupos de estudo, pois na ausência de um escolar, outro pode auxiliá-lo numa próxima aula.

E11: Professor, eu não tô entendendo o que é critério, que critério é esse?

E14: É o motivo da separação, o que a gente escolheu para juntar os materiais no grupo.

E11: Ah, entendi...

O encontro começou com o professor-pesquisador apresentando, brevemente, o que foi estudado na semana anterior. Em seguida, distribui-se a segunda parte da tarefa 1. Nesse momento E11, que não assistiu a primeira aula, apresenta a dúvida que seus colegas tiveram no primeiro encontro. E14, integrante de seu grupo, foi capaz de resolver a dúvida de E11 sem que o professor-pesquisador tivesse que intervir diretamente na situação.

No quadro a seguir, apresentamos a organização dos materiais feita por alguns grupos da turma B.

Quadro 15: Organização dos materiais da turma 5ª fase B em resposta à questão 2 da 1ª tarefa de estudo.

Grupos de estudo	Organização dos materiais pelos grupos de estudo			
Grupo de estudo B1	Alicate de cutícula, acetona, esmalte, espátula, água sanitária, desinfetante, botijão de gás, forrageira, roçadeira e facão. Grupo S		Algodão, água, luva, medicamentos, medidor de pressão, arroz, feijão, açúcar, óleo, café, fralda, leite e vassoura. Grupo M	
	Alicate de cutícula, espátula, botijão de gás, forrageira, roçadeira e facão. Grupo SS	Acetona, esmalte, água sanitária e desinfetante. Grupo SC	Algodão, água, luva, arroz, feijão, açúcar, óleo, café, leite e mucilon. Grupo MHo.	Medicamentos, medidor de pressão, fralda e vassoura. Grupo MHe.

O único grupo que conseguiu montar o quadro foi o B1. Isso aconteceu por alguns motivos. Diferentemente dos demais estudantes, os integrantes desse grupo não faltaram a nenhum dos encontros. Por outro lado, E01 e E05, únicos integrantes

do grupo 2, só participaram do primeiro e terceiro encontros (o da socialização da tarefa), sendo que E05 migrou para o grupo B1 e este recebeu dois novos componentes, E02 e E09. Do grupo B3, somente E19 esteve presente nos três encontros iniciais. Por fim, o grupo B4 só se formou no dia da culminação dos quadros, participando mais das discussões e menos do processo de construção.

No dia 18 de agosto, o da socialização da tarefa 1, apareceram estudantes que não tinham vindo nos encontros anteriores, exigindo que o professor-pesquisar explicasse a tarefa de estudo para eles. Neste encontro, a estratégia dos grupos de estudo se mostrou limitada, visto que muitos dos escolares que compareceram na aula do dia 04 não foram no dia 12 (encontro onde explicou-se a segunda parte da primeira tarefa) e, por isso, não puderam tirar as dúvidas dos seus colegas.

A seguir, apresentam-se alguns dos diálogos estabelecidos durante o terceiro encontro.

Professor-pesquisador: Vamos começar com o grupo B1. Vocês separaram os materiais em quantos grupos?

Grupo B1: Em dois grupos.

Professor-pesquisador: Qual foi o critério de separação?

Grupo B1: Dividimos as ferramentas de trabalho com base no peso, de um lado as mais leves e do outro as mais pesadas.

Professor-pesquisador: Certo! Vamos observar a lista dos materiais de vocês em cada grupo. Se pensarmos que o primeiro critério é ferramenta de trabalho, está correta a separação?

Grupo B2: Teve falha, colocaram alimento junto. Feijão junto com as ferramentas.

Grupo B4: Não. Eles poderiam ter criado mais um grupo, o de alimento.

Professor-pesquisador: Ah! Nem todos os materiais se encaixam no critério escolhido, certo? É importante seguirmos as regras, os critérios definidos, não podemos separar os materiais de forma arbitrária... A tarefa orientava que fizéssemos isso, não era?

Grupo B3: Sim.

A socialização da organização dos materiais feita pelos grupos aconteceu de acordo com as partes da tarefa 1. O professor pesquisador pediu para os grupos falarem sobre a divisão dos materiais listados por eles dentro dos critérios escolhidos. Esse momento foi importante para que os escolares pudessem enxergar as contradições que cometeram no momento da construção dos quadros. Além disso, possibilitou questionar os critérios escolhidos, demonstrando as suas limitações para a organização não arbitrária dos materiais. Em referência às ações de estudo da

Didática Desenvolvimental, esses momentos são os de controle das ações realizadas pelos estudantes, ou seja, se refere a 5ª ação de estudo.

Não só o grupo B1, mas todos os demais cometeram falhas na classificação dos materiais, uma vez que não os incluíam em correspondência ao critério escolhido. O grupo B4, por exemplo, colocou a ferramenta de trabalho “pá” no mesmo lugar dos celulares e computadores, tendo como traço comum, estabelecido pelo grupo, “instrumentos tecnológicos”. Já o grupo B3, por outro lado, não definiu muito bem uma classe para os materiais, afirmando que de um lado estavam os semelhantes e do outro os diferentes. Apesar disso, é importante reiterarmos que um dos objetivos dessa aula foi promover um momento de reflexão sobre as ações dos próprios escolares enquanto sujeitos da aprendizagem, baseada no diálogo coletivo como forma de apropriação do conteúdo. Nesse sentido, o “erro” se torna meio e não limite para a aprendizagem e o desenvolvimento do pensamento, pois ao gerar reflexão leva à transformação do objeto no psiquismo de quem ensina e de quem aprende.

O quarto encontro teve como objetivo direcionar o olhar dos escolares para o aspecto composicional dos materiais, avançando na formação do conceito de substância química como algo puro e de composição constante. Para isso, os estudantes realizaram uma tarefa experimental e resolveram algumas questões relacionadas a ela. Entregaram-se aos grupos alguns sistemas materiais para que os analisassem quanto à composição, se formados por um único material (uma “coisa” só) ou por mais de um. Além disso, a introdução dos conceitos de mistura homogênea e heterogênea se deu pela análise da aparência dos sistemas materiais no início e após o procedimento experimental.

Os quadros a seguir sintetizam a classificação dos materiais produzida pelos grupos das turmas A e B antes do experimento.

Quadro 16: Respostas dos grupos sobre a análise dos materiais quanto a composição e a aparência - turma A.

Materiais	Quanto à composição		Quanto a aparência	
	Formado por um único material	Formado por mais de um material	Homogênea	Heterogênea

Água potável	Grupos A1, A2, A3, A4 e A5.		Grupos A1, A2, A3, A4 e A5	
Óleo de soja	Grupos A2, A3, A4 e A5.	Grupos A1	Grupos A1, A2, A3, A4 e A5.	
Açúcar	Grupos A1, A2, A3, A4 e A5.		Grupos A2, A3, A4 e A5.	Grupos A1
Bicarbonato de sódio	Grupos A2, A4 e A5.	Grupos A1, A3	Grupos A2, A3, A4 e A5.	Grupos A1
Papel	Grupos A2, A4 e A5.	Grupos A1, A3	Grupos A2 e A4.	Grupos A1, A3 e A5
Sal de cozinha	Grupos A1, A2, A3, A4 e A5.		Grupos A1, A2, A3, A4 e A5.	
Álcool	Grupos A2, A4 e A5.	Grupos A1, A2	Grupos A2, A3, A4 e A5.	Grupos A1

Quadro 17: Respostas dos grupos sobre a análise dos materiais quanto a composição e a aparência - Turma B

Materiais	Quanto à composição		Quanto a aparência	
	Formado por um único material	Formado por mais de um material	Homogênea	Heterogênea
Água potável	Grupos B1, B2, B3 e B5		Grupos B1, B2 e B3	Grupo B5
Óleo de soja	Grupos B3 e B5	Grupos B1 e B2	Grupo B3	Grupos B1, B2 e B5
Açúcar	Grupo B3	Grupos B1, B2 e B5	Grupos B1, B2, B3 e B5	
Bicarbonato de sódio	Grupos B1, B2 e B3	Grupo B5	Grupos B1, B2, B3 e B5	
Papel	Grupo B3	Grupos B1, B2 e B5	Grupo B3	grupos B1, B2 e B5
Sal de cozinha	Grupos B1, B2 e B3	Grupo B5	Grupos B1, B2 e B3	Grupo B5
Álcool	Grupo B3.	Grupos B1, B2 e B5	Grupo B3	grupos B1, B2 e B5

Após o experimento, as misturas foram classificadas como segue no quadro abaixo.

Quadro 18: Respostas dos grupos sobre a análise das misturas quanto à composição e a aparência - turma A

Materiais	Quanto à composição		Quanto a aparência	
	Formado por um único material	Formado por mais de um material	Homogênea	Heterogênea

Copo 1: água + óleo		Grupos A2, A3, A4 e A5.		Grupos A2, A3, A4 e A5.
Copo 2: água + álcool		Grupos A2, A3, A4 e A5.		Grupos A2, A3, A4 e A5.
Copo 3: bicarbonato de sódio + açúcar		Grupos A2, A3, A4 e A5.	Grupo A3	Grupos A2, A4 e A5.
Copo 4: água + sal de cozinha		Grupos A2, A3, A4 e A5.		Grupos A2, A3, A4 e A5.
Copo 5: água + papel picado.		Grupos A2, A3, A4 e A5.		Grupos A2, A3, A4 e A5.

Quadro 19: Respostas dos grupos sobre a análise das misturas quanto à composição e a aparência - turma B

Materiais	Quanto à composição		Quanto a aparência	
	Formado por um único material	Formado por mais de um material	Homogênea	Heterogênea
Copo 1: água + óleo		Grupos 1, 2, 3 e 5		Grupos 1, 2, 3 e 5
Copo 2: água + álcool		Grupos 1, 2, 3 e 5	Grupos 1, 2, 3 e 5	
Copo 3: bicarbonato de sódio + açúcar		Grupos 1, 2, 3 e 5	Grupo 2 e 5	Grupos 1 e 3
Copo 4: água + sal de cozinha		Grupos 1, 2, 3 e 5	Grupos 1, 2 e 5	Grupo 3
Copo 5: água + papel picado.		Grupos 1, 2, 3 e 5	Grupo 3	Grupos 1, 2 e 5

Como podemos perceber ao analisarmos os quadros acima, os grupos divergiram na análise da composição dos materiais no início do experimento, mas foram unânimes na classificação das misturas como sistemas formados por mais de um material. A dificuldade em reconhecer se um material é puro ou impuro se explicita quando ele é apresentado aos escolares imediatamente, isto é, sem a intermediação do processo que lhe deu origem. Isso acontece porque a composição de um determinado material não se revela ao observador sem o auxílio de um ou mais métodos de separação que exponham os seus possíveis constituintes, como de fato aconteceu ao longo da história da química. Mesmo que os grupos tenham entendido que os materiais podem ser classificados quanto a composição e a aparência, faltava-lhes perceber os limites do método empírico utilizado. Em outras palavras, compreender que não é possível saber se estão diante de um material puro ou impuro somente observando as suas propriedades organolépticas, captadas por

meio dos sentidos humanos. Isso significa que, antes de tudo, era preciso que se descobrissem esses limites por meio da comparação dos materiais antes e depois do experimento. O que fazer com os dados obtidos? O que eles nos revelam? Estas foram algumas indagações que fizemos aos grupos de ambas as turmas.

Para esse propósito, o professor-pesquisador elaborou algumas questões e pediu para que os grupos analisassem e respondessem. Na primeira questão, perguntou-se aos grupos a que conclusões chegaram a respeito da classificação dos materiais quanto à aparência, quando compostos por um ou mais materiais.

Turma A:

Formados por mais de um material: Grupo A2: que são heterogêneas. Grupo A3: que são heterogêneas. Grupo A4: que são heterogêneas. Grupo A5: que são heterogêneas.

Formados por um material: Grupo A2: que são homogêneas. Grupo A3: que são homogêneas. Grupo A4: que são homogêneas. Grupo A5: que são homogêneas.

Turma B

Formados por mais de um material: Grupo B1: que são mais densos e pesados. Grupo B3: são heterogêneos. Grupo B5: são mais densos e pesados.

Formados por um material: Grupo B1: que são mais neutros. Grupo B3: são homogêneos. Grupo B5: que são mais neutros

Em relação aos grupos da turma A, todos chegaram à conclusão de que materiais puros são homogêneos. Entretanto, os estudantes não notaram que materiais impuros podem ser homogêneos ou heterogêneos, a depender das substâncias que formam o sistema, e que aí reside a primeira dificuldade empírica para a diferenciação de uma substância (material formado dele mesmo) de uma mistura de substâncias (materiais diferentes formando o sistema), ou seja, que a aparência pode nos enganar. Apesar disso, ao realizarem a mistura água mais álcool, copo 2 da parte experimental da tarefa 2, os grupos afirmam: “aparentemente ficou a mesma cor da água” (Grupo 4), “Ficou a mesma cor da água” (Grupo 2). Portanto, eles perceberam que não houve mudança aparente após o procedimento experimental. Assim, o desenvolvimento da análise (separar, comparar, diferenciar, agrupar etc) e da síntese precisa avançar.

Em relação a turma B, apesar dos procedimentos experimentais terem revelado que todo material puro tem aparência homogênea, somente o grupo 3 chegou a esta conclusão. Também foi este o único grupo que realizou a análise dos

compostos, antes e após o experimento, com base nos conceitos de homogêneo e heterogêneo indicados na tarefa.

Ao realizarem o procedimento experimental, esperava-se que os escolares percebessem que nem sempre dois materiais que estão misturados apresentam aparência heterogênea, portanto, seria impossível identificar imediatamente se eles estavam diante de materiais puros ou misturas. Por esta via, buscava-se provocar um avanço qualitativo na percepção dos escolares sobre o conteúdo estudado. Para tanto, o professor-pesquisador continuou propondo questões.

Na segunda questão, perguntamos se era possível que os estudantes ausentes durante o experimento soubessem identificar, por meio de observação visual, quais foram os materiais utilizados em cada mistura.

Turma A

Grupo 1: Dificilmente eles saberiam o que tem em cada copo. Por exemplo, água e álcool eles não saberiam distinguir só olhando, teriam que cheirar o copo para saber o que tem dentro.

Grupo 2: Não, porque eles não fizeram o experimento.

Grupo 3: Algumas sim, outras não.

Grupo 4: Uns, sim, outros não.

Turma B

Grupo 1: Nem todos os experimentos. Por exemplo, a água mais óleo conseguiriam saber, já a água mais o sal de cozinha, não iriam saber.

Grupo 3: Não, porque na maioria das vezes não dá para identificar o que há dentro.

Como vemos, os grupos de ambas as turmas afirmaram que não é possível, para aqueles estudantes que não estiveram na aula anterior, identificar a natureza de todos os sistemas materiais formados após o experimento. Diante desse fato, torna-se necessário voltar aos materiais listados pelos grupos na segunda parte da primeira tarefa de estudo para que os analisem sob a perspectiva da composição. Assim, avançamos para a próxima questão.

A terceira pergunta pedia para que os escolares classificassem os materiais da questão 2 da tarefa 1 de acordo com a composição, se formado por um ou mais materiais.

Turma A

Grupo A1:

Formados somente por um único material: água potável, açúcar e sal de cozinha. **Formados por mais de um material:** óleo, álcool, bicarbonato de sódio e papel.

Grupo A2:

Formados somente por um único material: Água potável. **Formados por mais de um material:** Lavar roupa, feijão, passar pano, lavar louça.

Grupo A3:

Formados somente por um único material: esponja de aço, pano de chão. **Formados por mais de um material:** Sabão em pó, sabão em barra, água sanitária, desinfetante, detergente, esponja, lustra móveis, polidor de alumínio.

Grupo A5:

Formados somente por um único material: água potável. **Formados por mais de um material:**

Turma B**Grupo B1:**

Formados somente por um único material: alicate, esponja, espátula, roçadeira, facão, fralda, vassoura, algodão, luva, arroz, feijão, óleo, café, leite e mucilon. **Formados por mais de um material:** botijão de gás, forrageira, acetona, água sanitária, desinfetante, medicamentos e medidor de pressão.

As ações realizadas até este momento pelos estudantes revelam a eles que os materiais são constituídos por entidades que se diferenciam e que se apresentam sozinhas (único material) ou acompanhadas (dois ou mais materiais). Porém, a compreensão dessas particularidades ainda orbita o nível físico da realidade que é manifestado pela matéria e captado pelos sentidos, geralmente a visão. Ao passo que isso acontece, é justificável a classificação feita pelo grupo B1, pois a ideia de material único apoia-se no que é possível identificar em um determinado objeto. Isso significa que se um corpo apresenta características aparentemente uniformes (leite, café, feijão etc.), ele é feito de um único material, caso seja possível observar ou saber que existe mais de uma característica, ele é formado por mais de um material (botijão de gás, água sanitária, medicamentos etc.).

A quarta questão solicitava para que os grupos escrevessem as suas conclusões, com base nas ações realizadas até aquele momento, sobre a composição dos materiais por meio da observação.

Turma A

Grupo 2: a aparência dos materiais muda depois da mistura.

Turma B

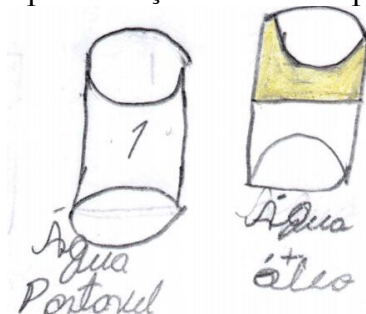
Grupo 1: observamos que nem todos se misturam.

Grupo 3: observamos que nem todos se misturam.

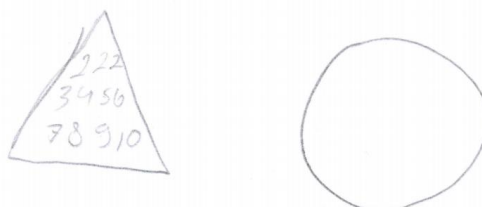
Os grupos deveriam chegar à conclusão de que os sistemas materiais podem ser constituídos por um ou mais componentes. No primeiro caso, o sistema tem aparência homogênea, e no segundo heterogênea ou homogênea. Por conseguinte, baseando-se somente na aparência, é impossível revelar a constituição de um determinado sistema material. Como se verifica, eles não chegaram a tal conclusão, restringindo-se à miscibilidade dos materiais ou as mudanças imediatas após a mistura.

Para finalizar esse primeiro conjunto de questões propostas aos alunos, solicitamos para que os grupos fizessem uma representação gráfica de um sistema composto por um único tipo de material e outra formada por mais de um material.

Figuras 3. Representação elaborada pelo grupo A2.



Figuras 4. Representação elaborada pelo grupo B1.



Os desenhos construídos pelos dois grupos representam a primeira tentativa de modelação das abstrações iniciais desenvolvidas pelos estudantes sobre o objeto de estudo. Na Didática Desenvolvimental, “o modelo se constitui tanto como produto quanto como mediação para a realização de uma atividade cognoscitiva” (ROSA; MOURA; DAMÁSIO, 2019). Nesse sentido, as representações dos estudantes são produtos das ações que eles realizaram e, ao mesmo tempo, servirão de base para as próximas ações durante a realização das tarefas de estudo. Em síntese, a modelação refere-se a uma forma “peculiar de abstração que traz as relações essenciais (*a composição química dos materiais - grifo nosso*) fixadas no objeto (*substância/mistura de substância - grifo nosso*), fortemente vinculadas entre si, mas

visualmente perceptíveis e representáveis com elementos materiais ou semióticos” (ROSA; MOURA; DAMÁSIO, 2019, p. 330).

Dando continuidade ao experimento, avançamos para a terceira tarefa. Nela, os escolares passaram a estudar o conceito de pureza (sistema material formado por um único tipo de material) e impureza (sistema material formado por mais de um tipo de material) associado aos conceitos de substância e mistura de substância, respectivamente.

A aula começou com o professor-pesquisador revisando as atividades realizadas até o momento. Posteriormente, pediu-se para que os estudantes refletissem sobre as seguintes palavras: puro e impuro. Primeiramente, deveriam discutir com os colegas do grupo e registrar no caderno. Em seguida, exporiam para a sala (grupo-classe) as reflexões levantadas.

Durante essa aula, os estudantes da turma A queriam ir embora, mas foram impedidos pelo diretor da escola. Diante das dificuldades, a direção e o professor responsável pela turma decidiram ministrar somente uma aula (em torno de 25 minutos). Pensamos em adiar o encontro, mas a falta de tempo para o desenvolvimento da pesquisa fez com que decidíssemos continuar desenvolvendo a tarefa. De todo modo, os estudantes que permaneceram participaram das discussões e realizaram, mesmo com dificuldade, algumas das questões propostas.

Diferentemente da aula na turma B, na qual foi preciso deixar os escolares discutirem as questões com mais autonomia, na turma A tivemos que conduzir todas as questões e instigar, às vezes sem sucesso, o debate. A seguir apresentamos um recorte das discussões desenvolvidas neste ponto do encontro.

Turma A

Professor pesquisador: Quando alguém fala que algo é puro, o que isso significa para vocês?

E15: É feito de um só material.

E17: Eu acho a mesma coisa.

E03: Também acho a mesma coisa.

Professor pesquisador: E quando alguém fala que algo é impuro?

E15: Que é sujo.

E14: Mais de uma coisa misturada.

Professor pesquisador: E no contexto dos nossos estudos sobre a composição dos materiais, o que puro e impuro significam?

E15: Puro é a mesma coisa que eu disse, é um material formado dele mesmo, tipo uma água limpa. E impuro seria colocar álcool para misturar.

Apesar de E15 tecer as associações corretas entre os conceitos de pureza e impureza aos estudos realizados nos encontros anteriores, o restante da turma continuou distante ou somente confirmando as afirmações de E15. Durante as discussões sobre uma propaganda de água mineral envolvendo o conceito de pureza, os estudantes associaram este conceito a um material que não contém “substâncias tóxicas (químicas)”. É interessante notar que, apesar de saberem diferenciar puro e impuro no universo abstrato, quando necessitam olhar para a realidade sob a perspectiva de tais conceitos, os escolares se valem da aprendizagem cotidiana. Como veremos mais adiante, os estudantes da turma B também farão isso.

Durante as discussões entre os integrantes dos grupos da turma B, geraram-se os seguintes diálogos:

Turma B

E13: Para mim o que é puro é só um, não tem outra coisa.

E02: Puro é substância.

E16: Eu acho que puro é uma pessoa boa.

E13: No caso, é pessoa? Não, é sobre a Ciência.

E08: Vai depender do ponto de vista que a pessoa vai falar, pelo jeito que vai falar...

Esse registro é interessante, pois explicita o modo como os estudantes passam a pensar os conceitos que são inseridos na aula. Nota-se que E13 coloca o conceito de “pureza” dentro do universo da Ciência (da aula de ciências) e a partir do que já foi estudado (material único e material misturado). Mesmo que o E16 tenha lançado mão de valores para significar a palavra puro, o diálogo entre ele e os demais estudantes gerou novas possibilidades para o emprego desse signo, ampliando o seu alcance e estabelecendo novas conexões. O estudante E08 traz a perspectiva como meio para entender o conceito. Em outras palavras, para E08, o significado da palavra puro depende do sentido social atribuído a ela e do contexto na qual é inserida. Como o significado que estamos buscando construir pertence ao universo científico, é por essa via que devemos avançar.

A palavra impuro também foi adicionada às discussões. Os grupos deveriam se posicionar em relação a ela, registrando as reflexões geradas.

E02: É o contrário de puro.

E04: É quando uma substância se junta.

Professor pesquisador: Eu vou entregar os materiais que vocês produziram, para ajudar na resolução das questões b e c.

E13: Também não adianta, porque essa pergunta b não tem nada a ver com o que a gente fez. Só a letra a tem a ver...

E04: Tem sim...

E13: Por exemplo, a pergunta “quando alguém fala que algo é puro, o que isso significa para vocês” tem a ver, mas a letra b, não.

E04: A b também. Olhe direito...

E13: Ah! É quando se mistura tudo, é tudo impuro! Porque se é puro, é único, é um negócio só. Se é impuro, tem várias misturas.

Após essas primeiras reflexões, os escolares deveriam pensar novamente as questões formuladas com base no que já tínhamos estudado sobre a composição dos materiais. O resultado foi a produção da seguinte síntese:

Grupo 1: Puro é (*um material*) formado por uma única substância e impuro é formado por mais de um material.

Após a resolução das questões a, b e c os estudantes analisaram uma propaganda de água mineral que envolvia a palavra “pura”. Devido ao tempo reduzido para a tarefa e o número baixo de estudantes, decidiu-se pelo diálogo coletivo ao invés da análise individual seguida de debate. O professor leu a propaganda e iniciou as indagações:

Professor pesquisador: O que está escrito na propaganda?

E02: A verdade é como a água, é pura.

Professor pesquisador: E aí! A água é pura?

E13: Sim, a água é pura.

E02: É? É não, porque tem cloro dentro.

Professor pesquisador: Por que tem cloro?

E02: Sim, tem mais de uma substância dentro.

E13: Ao mesmo tempo que ela é pura, também é impura. Porque essa água para chegar até aqui, se a gente for estudar direitinho, é muita química, é muito produto que coloca...

Professor pesquisador: Será que E13 está pensando a partir das ideias de composição dos materiais que estudamos? (*o professor retoma a ideia de puro e impuro*). Quando E13 diz que a água é impura porque tem muita química, está dentro do que estamos estudando?

E03: Tem, o cloro.

Professor pesquisador: Mas a água sozinha não é química?

E13: Quando a água é tratada, é porque ela leva algum produto.

E02: Ou seja, você concorda comigo que a água é impura.

E08: Ela concorda e, ao mesmo tempo, não concorda.

Professor pesquisado: Nos diga novamente, E13, o que é puro para você?

E13: É um produto que não leva química nenhuma. É igual quando eu planto na roça. Como eu sou agricultora, eu planto feijão, mas não leva veneno.

E08: Vamos dar outro exemplo. Quando a gente vai para o meio da mata, a gente não leva garrafa com água, a gente vai procurar água por lá. A água se torna impura quando vai para as garrafas e para as caixas d'água, mas ela é pura quando está na natureza...

E02: Sim, porque ela não passou por nenhum produto químico.

E13: Pronto, chegou no ponto que eu queria. Por isso eu disse que nem toda água é pura.

As discussões foram enriquecedoras em torno dos conceitos de pureza e impureza. Apesar de eles falarem e responderem questões afirmando que puro é um material formado por uma única substância e impuro sendo uma mistura de substâncias, quando tiveram que analisar a água sob tais aspectos, os escolares esbarraram na ideia utilitarista de substância como algo ruim. Sob essa perspectiva, eles concluíram que a água é pura quando não se adiciona a ela uma ou mais substâncias ruins, por exemplo, a água que está no meio da mata. Ao passar pelo tratamento até chegar às nossas casas, a água deixa de ser pura, pois substâncias são adicionadas a ela.

Com o intuito de direcionar o conceito de pureza e impureza para o campo da química, retomamos a ideia de composição, explicando o que significa puro e impuro nessa esfera da ciência. Buscou-se deixar claro que, no contexto que estávamos analisando, o conceito de substância não se refere a algo perigoso, mas a algo puro que, conseqüentemente, significa formado dele mesmo. Para exemplificar, mostramos o rótulo da água de modo que os estudantes analisassem a sua composição e percebessem que se tratava de uma mistura (algo impuro) não pelo seu caráter perigoso, mas por conter diferentes substâncias em sua composição.

No seguimento da tarefa, os escolares deveriam assistir a dois vídeos, um sobre o tratamento da água e outro sobre a obtenção do alumínio, mas resolvemos pedir para que propusessem métodos para separar as misturas da tarefa 2, e deixamos os vídeos para o próximo encontro.

O vídeo sobre a obtenção do alumínio a partir da bauxita serviu de base para introduzir o conceito de purificação. Os escolares viram que de uma mistura, de um material impuro (bauxita), é possível obter aquela substância que desejamos (no caso, o alumínio), e isso ocorre através de um ou mais processos. Nesse sentido, o

conceito de substância se amplia, pois além de estar fortemente relacionado à ideia de pureza, esta só se concretiza por meio de um processo físico-químico específico, isto é, dependente dos materiais envolvidos e das técnicas alcançadas.

O diálogo a seguir ocorreu após assistirmos ao vídeo. Nesta aula, buscou-se construir a primeira generalização teórica sobre o conceito de substância química, tendo como núcleo o conceito de pureza.

Professor pesquisador: com base no que já estudamos, como a gente pode definir o conceito de substância? O que é uma substância?

E13: Pega o álcool e mistura com outra coisa.

Professor pesquisador: Mas o resultado disso é uma substância ou uma mistura de substância?

E03: É uma mistura de substâncias.

E02: Substância é água...

Professor pesquisador: Quais os dois conceitos que estudamos no último encontro?

E15: Puro e impuro.

Professor pesquisador: Isso! Então, substância é algo puro ou impuro?

E02: Pura, porque é formada de um só material.

Como se nota, os escolares não conseguiram elaborar sozinhos a síntese teórica sobre o conceito de substância química, necessitando do auxílio do professor. Porém, isso não significa que eles não estejam em movimento de apropriação do conceito, e sim que não alcançaram o seu nível de desenvolvimento esperado para esta aula. Acreditamos que qualquer conceito é apreendido em um movimento que ocorre em espiral, ou seja, o sujeito vai e volta em torno do conceito, que é o centro do movimento. Nesta perspectiva, os estudantes realizam uma trajetória em torno de um conceito central, executando ações e operações que se enriquecem quantitativamente e qualitativamente, e é nesse movimento que o conceito se transforma, também enriquecendo-se no psiquismo do sujeito.

Para concluir esse encontro discutimos alguns métodos de separação de mistura. Por conseguinte, enfatizamos o conceito de purificação como fundamental para a compreensão do conceito de substância. A discussão também serviu para retomarmos o debate sobre a obtenção do alumínio e a separação das misturas da tarefa 2.

A aula seguinte ocorreu no dia 06 de outubro, pois a escola ficou fechada no dia 29 devido às eleições. Nesse encontro, para captar a compreensão que os

escolares possuíam, a essa altura, sobre o conceito de substância química, novamente entregamos um conjunto de questões para que os grupos resolvessem. Iniciamos pedindo que os grupos analisassem novamente os seus materiais e os organizassem em duas categorias: substância e mistura de substância.

Turma A

Grupo A1: água e terra. **Mistura de substâncias:** água potável, água sanitária, desinfetante, sabão em pó, cimento, gesso, colher de pedreiro, lixo e terra.

Grupo A2: água potável. **Mistura de substâncias:** água misturada com sabão.

Grupo A3: Pano de chão e bombril. **Mistura de substâncias:** sabão em pó, sabão em barra, água sanitária, desinfetante, detergente, esponja, lustra móveis e polidor de alumínio.

Grupo A5

Substâncias: água. **Mistura de substâncias:** Shampoo, sabonete, escova de dente e produtos de limpeza.

Turma B

Grupo B1:

Substância: alicate, espátula e botijão de gás. **Mistura de substância:** forrageira, roçadeira, facão, esponja, acetona, esmalte, água sanitária, água, açúcar, leite, mucilon, desinfetante, medicamentos, medidor de pressão, fralda, vassoura, luva, feijão, café e algodão.

Grupo B2:

Substância: água, areia, papel. **Mistura de substância:** cimento, tijolo, brita e dinheiro.

Grupo B3:

Substância: torno mecânico. **Mistura de substância:** chave de fenda, chave philips, bancada, medidor de óleo, vassoura, sabão de coco e tinta.

A segunda questão perguntava se eles tiveram dificuldade na classificação dos materiais como puro (substância) e impuro (mistura de substância).

Turma A

Grupo A1: Sim, a terra. Porque se for olhar de um modo geral, quando fala “terra” você não pensa do que ela é feita, se tem mais coisas ali. Porém, se você for analisar, verá que na terra têm várias coisas misturas.

Grupo A2: Não, porque o material puro é feito por um só material, e o impuro é feito de mais de um.

Grupo A3:

Grupo A5: Não, pois foi fácil entender o que é um material puro e impuro. Mas nem sempre dá para identificar se é substância ou mistura de substâncias.

Turma B:

Grupo B1: Não, pois é algo formado por um único material.

Grupo B2: Sim. Por causa das substâncias.

Grupo B3: Não.

A resposta fornecida pelos grupos A1 e A5 está dentro do que esperávamos para essa aula, principalmente quando o primeiro revela o entendimento sobre o conceito de substância (material puro) associado às dificuldades da sua identificação por meio dos sentidos. Ao afirmar que “**se você for analisar, verá que na terra têm várias coisas misturadas**”, talvez o grupo esteja retomando a experiência da última aula, quando analisamos o vídeo sobre o processo de obtenção do alumínio.

Na terceira pergunta questionamos se eles poderiam garantir que todos os materiais classificados como puros não seriam misturas de substâncias. Aqui tentamos balançar as certezas manifestadas pelos estudantes em relação à questão anterior, instigando uma nova reflexão.

Turma A

Grupo A1: Não. Porque se você for analisar, nada nesse mundo é puro, pode até ser purificado, mas não 100% puro.

Grupo A2: Não, porque ele é feito de mais de um material.

Grupo A5: Não, porque nem sempre dá para identificar se de fato é um material puro.

Turma B

Grupo B1: Sim. Por exemplo, o alicate de unha (ferro), que é derretido em uma temperatura bem alta e moldado para se tornar um objeto utilizável.

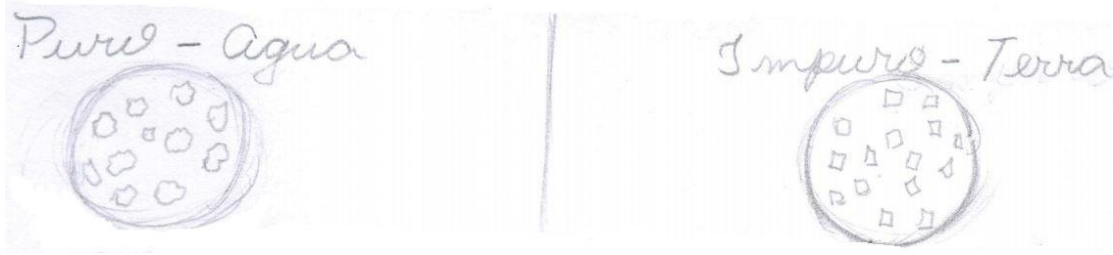
Grupo B2: Não, pois pode ter mistura de substâncias.

Grupo B3: Não. Porque mesmo sendo uma substância homogênea, pode ter muita mistura de substâncias.

Como podemos ver, a maioria dos grupos afirma que não dá para saber se um material é puro, ou seja, que se trata de uma substância química. Eles sabem o que ela é, mas não conseguem identificá-la com um grau elevado de certeza. Para avançar no entendimento desse conceito, seguimos para o estudo de algumas das propriedades físicas que caracterizam as substâncias (próximo encontro).

Após a resolução da questão anterior, foi pedido aos grupos, novamente, que escolhessem dois materiais da tarefa, um que eles classificaram como puro e outro como impuro, e representassem a sua composição.

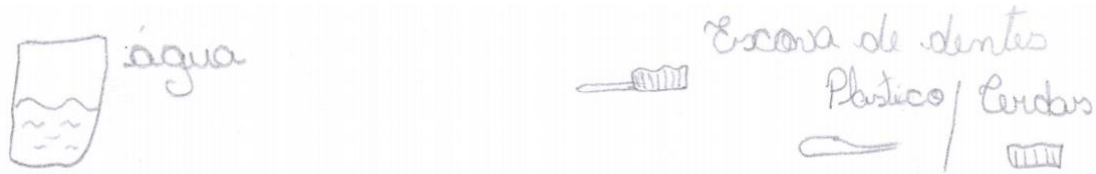
Figuras 5. Representação de um material puro e outro impuro. Elaborado pelo grupo A1.



Figuras 6. Representação de um material puro e outro impuro. Elaborado pelo grupo A2.



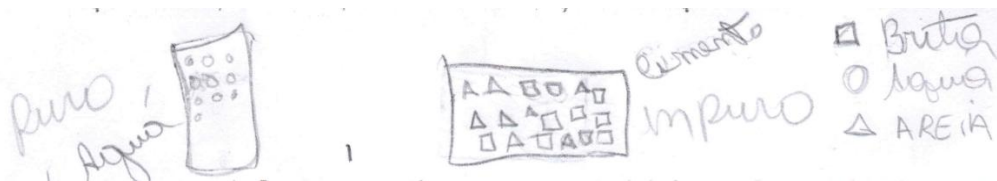
Figuras 7. Representação de um material puro e outro impuro. Elaborado pelo grupo A5.



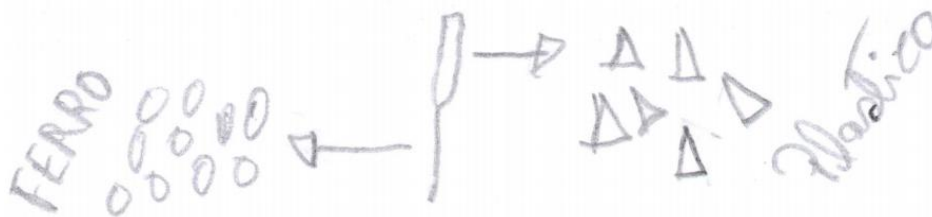
Figuras 8. Representação de um material puro e outro impuro. Elaborado pelo grupo B1.



Figuras 9. Representação de um material puro e outro impuro. Elaborado pelo grupo B2.



Figuras 10. Representação de um material puro e outro impuro. Elaborado pelo grupo B3.



Na perspectiva da Didática Desenvolvimental, mais especificamente na Teoria da Atividade de Estudo, a modelagem é uma das seis ações que possui a particularidade de estar vinculada às outras cinco, principalmente à primeira, à terceira e à quarta ações de estudo.

À primeira, pois é ali que ocorrerá a análise dos dados que extrairá os elementos genéticos essenciais do conceito que comporão o modelo. A partir deles elaboram-se as abstrações e as generalizações iniciais. Com a terceira ação, revela-se a possibilidade de sua transformação para uma forma pura, que se afasta das interferências contextuais. Ela objetiva o estudo das características da relação universal do objeto, a fim de que se evidenciem as relações que estão ocultas (ROSA; MOURA; DAMÁSIO, 2019, p. 330).

O que os escolares estão fazendo é produzir, na forma gráfica e de enunciado, o modelo que contenha os elementos essenciais do objeto de estudo “substância química”. Tal construção se dá no processo de estudo desde a primeira ação, que é a da revelação dos aspectos invariantes do conceito. O modelo é, desse modo, a síntese de tais aspectos, bem como as relações que estabelecem. Além disso, para escapar dos limites contextuais, os estudantes devem transformar o modelo para que ele exponha aquilo que é universal no conceito, de modo que os escolares possam usá-lo na resolução de tarefas particulares que o exijam.

Diante da exigência de representarem um material puro e outro impuro, alguns grupos o fizeram com relativo êxito. O grupo B2, por exemplo, diferenciou os constituintes dos materiais usando figuras geométricas, deixando claro que a mistura “cimento” é constituída por água, brita e areia e que a substância água está “sozinha”. O grupo A2 também foi capaz de diferenciar substância de mistura, entretanto não representaram os constituintes assim como o fez o grupo anterior. Além disso, é interessante notar que A5 usou a água para representar a substância e uma escova de dente para a mistura de substância. A escova ficou no rol das misturas, pois, segundo o grupo, ela possui um cabo de plástico e as cerdas, ambas

substâncias diferentes. Apesar da incerteza dos componentes químicos da escova, o grupo conseguiu usar a ideia conceitual na sua representação. Já o grupo B3 conseguiu diferenciar os constituintes do que parece ser uma pinça formada por um cabo de plástico e uma ponta de ferro, mas não representou o material puro e impuro. Podemos supor que a pinça seja uma mistura de duas substâncias: o ferro e o plástico.

A terceira tarefa foi finalizada com a seguinte questão: como garantir que um material é puro, ou seja, que estamos diante de uma substância química e não de uma mistura de substâncias? Obtivemos as seguintes respostas:

Turma A

Grupo A1: Não tem como, nada é puro.

Grupo A2: Porque um material puro é feito de um só material, como o ferro.

Grupo A5: A água. Por exemplo, a água de um rio já pode ter a certeza que é pura, pois não tem outras substâncias, como produtos para tratamento.

Turma B

Grupo B1: Depende do processo dele. Exemplo: ferro, que é derretido e moldado.

Grupo B2: Não.

Grupo B3: Não, porque todo material tem que passar por um processo para separar as substâncias.

Apesar do grupo A5 ter retomado a ideia de substância como algo prejudicial, vinculado aos produtos que estão fora da natureza, as respostas dos grupos A1, B1 e B3 merecem atenção. O extremo de não existir nada puro foi levantado mais uma vez pelos integrantes do grupo A1, expressando os diálogos que tivemos sobre os processos de purificação que foram desenvolvidos ao longo da história da ciência, que superaram os equívocos sobre a atribuição de substância química às misturas de substâncias (ar, terra, água etc.). Durante as discussões, enfatizamos que nenhuma substância está totalmente pura, pois o grau de pureza atingido depende dos métodos e dos equipamentos que a humanidade desenvolve. Foram necessárias mais intervenções para que os escolares entendessem que os conceitos são formas ideais e abstratas que construímos para representar a realidade e agir sobre ela. Apesar de não haver nenhuma substância sem nenhuma impureza, assumimos, idealmente, que elas são entidades puras. Por outro lado, os integrantes dos grupos B1 e B3 trazem em suas respostas a ideia de purificação que estudamos nas aulas anteriores. Em

outras palavras, as respostas podem ser assim traduzidas: para saber se estamos diante de uma substância é necessário verificar se ela não está com impurezas, utilizando métodos de purificação.

O encontro seguinte é, justamente, uma aula expositiva e demonstrativa sobre algumas das propriedades físicas das substâncias. O objetivo foi permitir que os escolares percebessem que é possível diferenciar as substâncias por meio de suas propriedades físicas, e que estas estão relacionadas às condições experimentais.

Durante essa aula, fizemos a leitura coletiva do texto 1: substância e mistura de substâncias. O texto traz algumas reflexões sobre as ideias discutidas nos últimos encontros e insere novos conceitos (estados físicos da matéria, solubilidade, densidade, temperatura de fusão e temperatura de ebulição) que estão vinculados ao objeto de estudo “substância”.

Os conceitos de temperatura de fusão e ebulição seriam estudados por meio da resolução de um problema, no qual os escolares deveriam construir os gráficos de mudança de fase de uma substância e de uma mistura de substâncias. Porém, a ausência de um laboratório e, principalmente, o tempo limitado para a produção dos dados (visto que, com base na experiência dos encontros anteriores, uma aula como a que foi planejada demoraria além do tempo que tínhamos disponível) nos conduziu para uma aula demonstrativa.

A discussão sobre as mudanças de fase (do sólido para o líquido, do líquido para o gasoso, e vice-versa) foi utilizada para que os escolares percebessem que cada substância possui uma temperatura específica na qual ela passa de um estado físico a outro. Para tanto, o professor-pesquisador conduziu a aula fazendo algumas perguntas aos estudantes: vocês cozinham em panela de plástico? Por que a água começa a ferver depois de algum tempo no fogão, quando este está com a chama acesa? O ferro derrete primeiro que o gelo quando colocados no fogo? As respostas eram monossilábicas, necessitando das explicações do professor.

A explicação sobre o conceito de densidade se deu através de uma demonstração. Primeiro, mostramos alguns materiais (vidro, pedra, madeira, prego e uma esfera de massa de modelar) aos escolares. Em seguida, fomos perguntando quais deles afundam ou boiam na água e o porquê disso.

Professor pesquisador: Por que alguns materiais boiam na água e outros afundam?

E15, turma A: Por causa da diferença de densidade?

E03, turma B: Porque algumas absorvem a água.

Professor pesquisador: Até o vidro absorve a água?

E15, turma A: É a massa.

E07, turma A: Tem a ver com a massa e a composição dentro dela.

E15, turma B: O peso.

E11, turma B: O ar.

E15, turma A: Por causa da densidade da água. A pedra pode ser mais densa que a água, daí ela afunda.

Deixamos que os estudantes expusessem as suas explicações iniciais sobre o fenômeno em tela. Em seguida, pesamos a massa de modelar (forma esférica) para que todos vissem. Posteriormente, colocamos ela na água. Todos viram que afundou.

E15: Eu falei, é o peso!

E07: Não tem nada a ver com o peso, porque tem coisas mais leves e mais pesadas que também afundam.

Mudou-se a forma da massinha, deixando-a parecida com uma bacia, e a pesamos novamente.

Professor pesquisador: Mudou o peso da massinha?

Todos: Não!

Professor pesquisador: E o que mudou?

Todos: A forma!

Professor pesquisador: E agora, afunda ou boia?

E04, turma B: Agora ela boia.

Professor pesquisador: Se é o mesmo peso, por que ela está boiando agora?

E07, turma A: Porque distribui o peso.

Continuamos as explicações construindo a fórmula matemática da densidade com o auxílio da turma, chegando ao conceito de densidade como uma propriedade que expressa a relação inversa entre a massa de uma substância e o volume ocupado por ela. Os escolares perceberam que ao mudarmos a forma da massinha, estávamos alterando o seu volume e não a massa. Perceberam que a massa de uma substância pode ser muito maior que o seu volume, ou o contrário. No primeiro caso, temos substâncias mais densas, no segundo, as menos densas. Além disso, por meio dessa demonstração viram que é possível construir equipamentos com materiais muito “pesados” e que, mesmo assim, não afundam na água, bastando alterar o seu volume.

Nesse encontro, também discutimos o conceito de solubilidade. Para tanto, realizamos mais uma demonstração, utilizando as seguintes substâncias: sacarose (açúcar), cloreto de sódio (sal de cozinha), álcool e água. Para verificar a capacidade de solubilidade do açúcar e do sal nos dois solventes, explicou-se que era necessário que a mesma quantidade dos solutos fosse dissolvida na mesma quantidade de solvente. Cada um dos solutos foi dissolvido nos respectivos solventes, demonstrando o grau de solubilidade que ambos possuem em relação a eles. Também demonstramos que a solubilidade depende da temperatura do solvente. Colocando a mesma quantidade de soluto na água gelada (não medimos a temperatura) e na água quente (água que ferveu e ficou armazenada numa garrafa térmica), os escolares percebem que a temperatura influenciou na solubilidade do soluto. Não entramos nos conceitos de polaridade, nas forças de atração intermolecular e no tamanho das cadeias carbônicas (para os compostos orgânicos) como aspectos que devemos considerar na análise da solubilidade de compostos orgânicos. Estávamos construindo o conceito de substância no seu aspecto macroscópico, por isso não consideramos necessário caminhar com a aula por essas vias.

No encontro do dia 07 de outubro, retomamos as discussões sobre as mudanças de estado físico, temperatura de fusão e ebulição, como indicadores de que estamos diante de uma substância e não de uma mistura de substâncias.

[...] A constância da temperatura durante a destilação é interpretada como uma indicação de que o material que está sendo destilado não é mais uma mistura e que apresenta composição constante durante a destilação. Portanto, o material que está sendo destilado a temperatura constante se encontra puro, é uma substância (BELLAS, et. al., 2019, p. 19).

Para tanto, em colaboração com a turma, construímos os gráficos de mudanças de estado físico de substâncias químicas e misturas. A primeira com temperatura constante durante as mudanças de fase e a segunda com temperatura variável. Aproveitamos a aula para retomar a questão sobre o tempo de cozimento de determinado alimento depois que a água começa a entrar em ebulição. Como a sua temperatura não varia depois que ela começa a ferver, não é necessário deixar a

chama do fogão “alta”, pois o tempo de cozimento do alimento não mudará. A esse respeito, os escolares disseram:

E02: Gastamos o gás à toa!

E09: É mesmo, se a gente olhar direitinho.

E13: Eu não abaixo o fogo.

Professor pesquisador: Não?

E13: Não. Eu sempre deixo no ponto, então ele nunca abaixa.

Professor pesquisador: Mas e aí, ela está economizando o gás?

E09: Tá gastando.

E13: De qualquer jeito vai gastar o gás. Se abaixar o fogo vai gastar, ou se deixar ligado normal também.

Professor pesquisador: Mas vamos pensar... Se a gente abaixo o fogo depois que a água ferve, sai menos gás, logo economiza, não é?

E13: Mas a comida demora mais.

Professor pesquisador: E aí gente?

E03: É verdade! Passa mais tempo...

O professor retomou as explicações, enfatizando o aumento e a constância da temperatura antes e durante as transições de estado físico, pois os escolares continuaram afirmando que o tempo de cozimento dos alimentos muda se abaxarmos o fogo, mesmo após a fervura da água (entendida como substância química).

Com o objetivo de mostrar que as propriedades físicas das substâncias mudam se as condições experimentais variam, utilizamos o exemplo da panela de pressão, que permite a elevação da temperatura de ebulição da água, possibilitando o cozimento mais rápido de determinados alimentos.

Nesse momento, o conceito de substância química chegou ao seguinte nível de síntese teórica:

"Substância química é um material puro que apresenta composição constante em transições de fase e propriedades físicas (tais como ponto de fusão e ebulição) com valores característicos sob condições específicas, *cuja diferenciação é feita pela nomenclatura* (BELLAS, 2019, p. - grifo nosso)"

Como não avançamos para o nível molecular da substância, a sua representação por meio de uma fórmula química não foi construída. Portanto, para esta intervenção didática, as substâncias recebem nomes específicos que as diferenciam umas das outras (cloreto de sódio, sacarose, álcool, bicarbonato de sódio etc.)

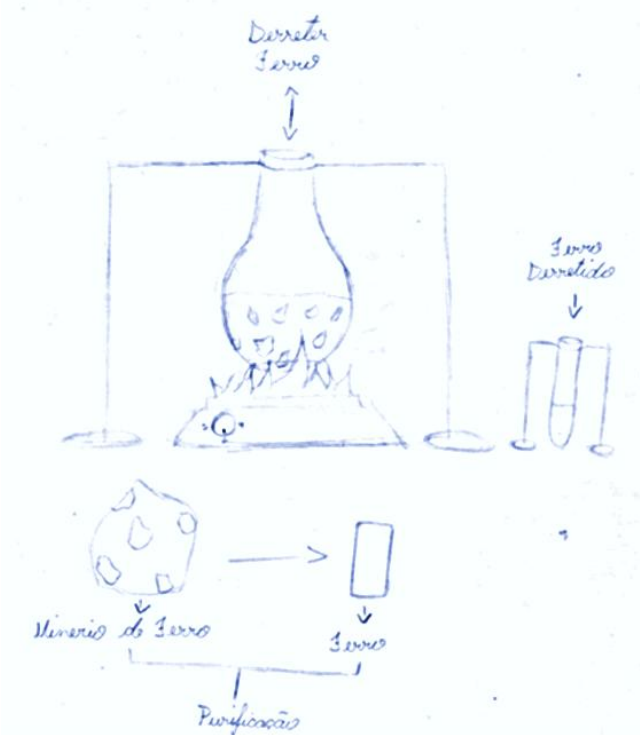
3.2 Segunda ação de estudo: modelação do conceito teórico de substância química

No dia 13 de outubro, começamos a construção do modelo da relação geral do conceito de substância química. Pedimos aos grupos que representassem tal conceito na sua relação com os outros que havíamos estudado durante os encontros anteriores. Foi nesta aula que iniciamos a segunda ação de estudo propriamente dita, a de modelação da relação geral abstrata do objeto de estudo, ou seja, a abstração teórica substantiva desenvolvida durante as tarefas da primeira ação de estudo.

Convém citar que modelos são abstrações que permitem a representação das relações essenciais dos objetos/conceitos de forma visualmente perceptível, tornando-se um modo geral de ação, um instrumento para o pensamento do estudante, que pode utilizá-lo para resolver situações de uma mesma classe (ZOCOLER; SFORNI, 2019).

Como tarefa para a segunda ação de estudo, os grupos deveriam representar o conceito de substância na sua relação com os demais conceitos estudados, na forma de desenho ou enunciado. Os seguintes modelos foram construídos pelos grupos de alunos:

Figura 11: Modelo Geral de Ação elaborado pelo grupo A1.



Figuras 12 e 13: Modelo Geral de Ação elaborados pelos grupos A2 e A5, da esquerda para a direita.

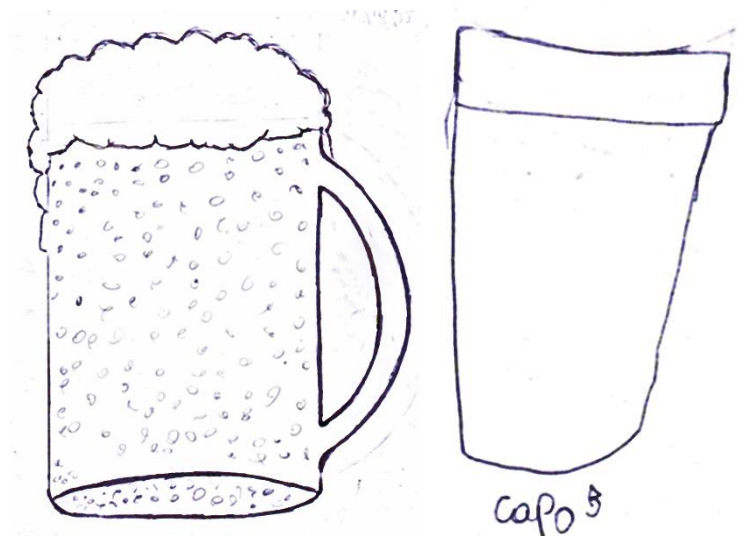


Figura 14: Modelo Geral de Ação elaborado pelo grupo B1.

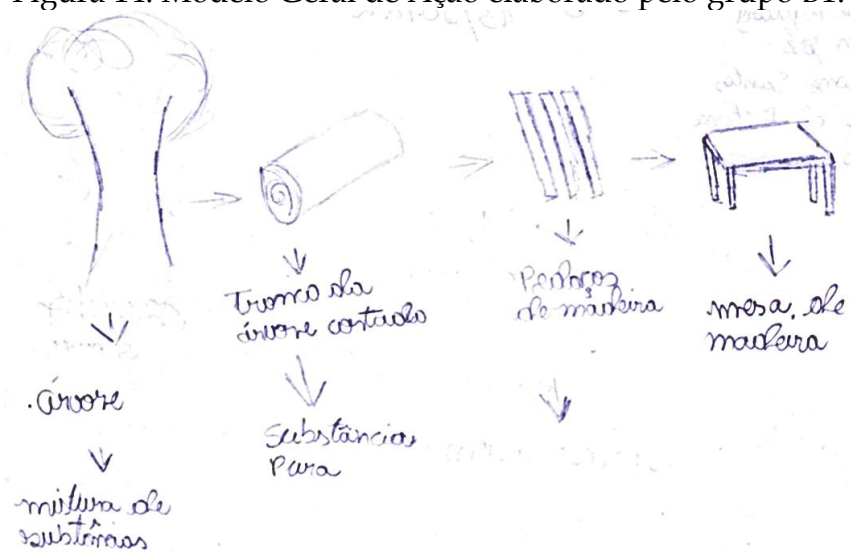


Figura 15: Modelo Geral de Ação elaborado pelo grupo B3.



Os grupos de estudo finalizaram os seus modelos no mesmo dia, mas a discussão só ocorreu no encontro seguinte, dia 20 de outubro.

Ao observarmos os modelos feitos pelos grupos, notamos que a sua elaboração ainda se encontrava associada a situações particulares e empíricas. O grupo B3 associou substância à água, e a mistura de substância à água e óleo. O grupo B1 afirmou que a árvore é uma mistura e que um tronco de árvore é uma substância. Esta, portanto, é uma parte daquela. Por outro lado, o grupo A1 elaborou um modelo que envolve o conceito de purificação na extração do ferro. Foi a partir dessa ideia, na sua relação com as demais representações, que pedimos para que os grupos revissem os seus modelos. Nesse sentido, durante os diálogos retomamos o princípio do modelo como uma forma de representação geral de um conceito (para o nosso caso, o de substância química), isto é, ele deve servir para observar, identificar, separar, refletir, deduzir sobre qualquer substância, e não uma em particular.

Após os diálogos, novos modelos foram elaborados pelos grupos de estudantes:

Figura 16: Modelo Geral de Ação com as modificações feitas pelos grupos A2 e A5.

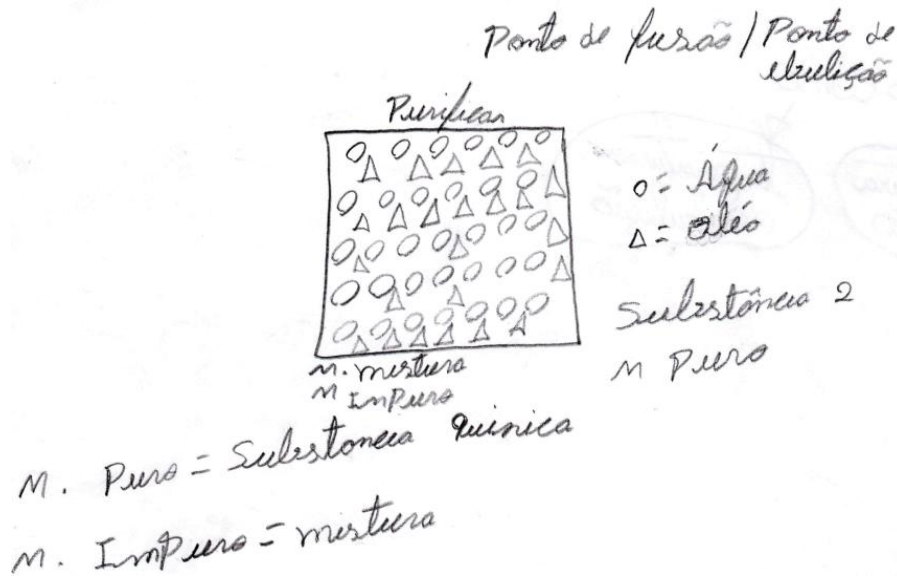


Figura 17: Modelo Geral de Ação com as modificações feitas pelo grupo B3.

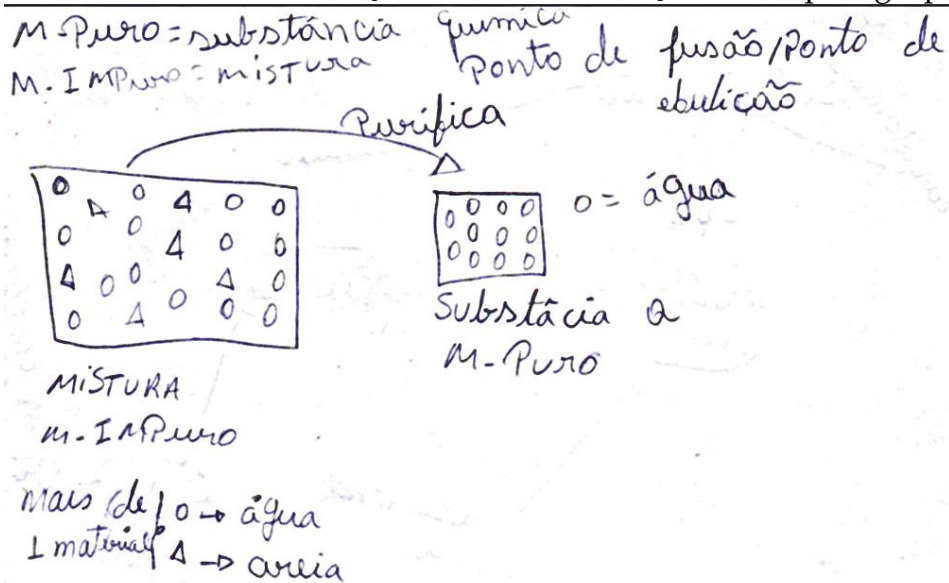


Figura 18: Modelo Geral de Ação com as modificações feitas pelo grupo B1.

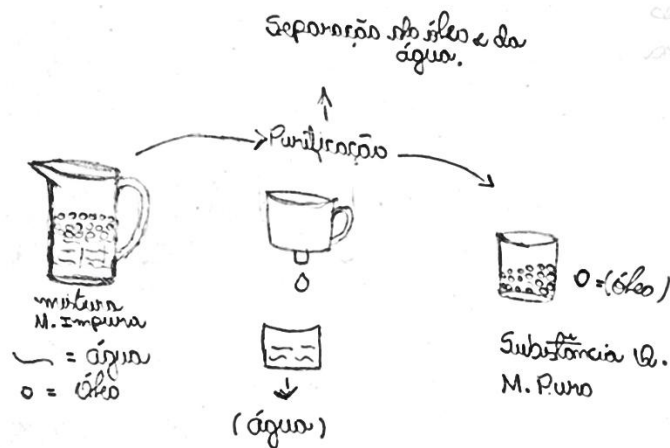


Figura 19: Modelo Geral de Ação com as modificações feitas pelo grupo B2.



Nos novos modelos acima ilustrados, a ideia de purificação aparece com mais ênfase, como resultado das intervenções do professor pesquisador, principalmente nos grupos A2, A5 e B3. Como bem nos afirma Bellas (2019), o processo de separação dos componentes de um material conduz, no limite, ao isolamento de cada elemento em estado puro. E isto é, em primeira aproximação, a definição de substância química. Portanto, o caminho para a obtenção das substâncias separada de suas impurezas, a água retirada da areia (B3) e do óleo (B1) e o alumínio retirado da bauxita (B2), explicado nos modelos anteriores, expõe essa compreensão pelos grupos nesse estágio de desenvolvimento do conceito.

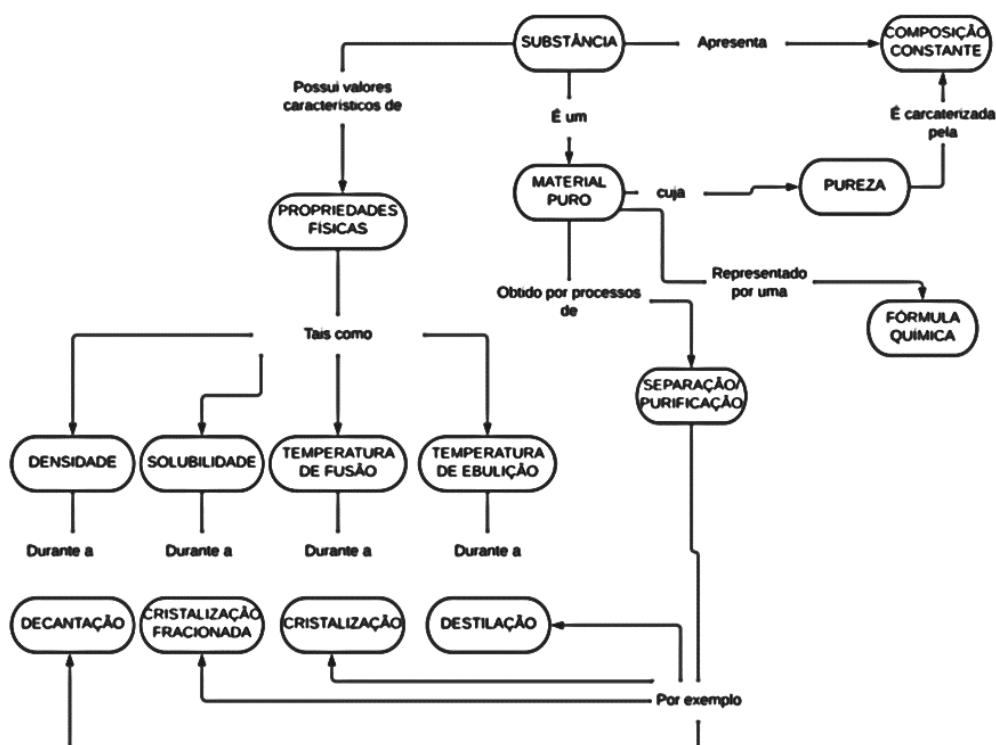
Por se tratar de um objeto que é definido na relação com outros conceitos, para melhor representar o Modelo Geral de Ação na forma “pura”, avançamos para a terceira ação de estudo. Esta se referia a reformulação do modelo para que ele expressasse os elementos essenciais e as relações mútuas que estabelecem.

3.3 Terceira ação de estudo: transformação do modelo do conceito teórico de substância química

À véspera do último encontro formativo, dia 20 de outubro, construímos o Modelo Geral de Ação em colaboração com a turma, seguindo o mapa conceitual formulado por Bellas et al (2019). O mapa conceitual a seguir foi utilizado como uma forma de apresentação das relações que os conceitos estabelecem, mas não é universal. Além disso, a forma que o modelo assume varia de acordo com a matéria escolar, os conteúdos, a turma e o desenvolvimento da tarefa. O núcleo é que não varia, ou seja, a representação do que é essencial no conceito deve permanecer.

A construção do mapa conceitual a seguir ocorreu em colaboração com os escolares durante as reflexões acerca dos modelos criados anteriormente. Apesar da ideia de material puro ser nuclear para o conceito químico de substância, e que será o foco das atividades particulares, avançamos na elaboração teórica do objeto de estudo para que ele trouxesse em seu cerne as devidas conexões estabelecidas, de modo que assumisse o maior grau de generalização possível.

Figura 20: Modelo Geral de Ação, baseado no conceito de substância e suas relações conceituais formulado por Bellas (2018).



Após a elaboração do Modelo Geral de Ação, passamos para a quarta ação de estudo. Os escolares receberam um conjunto de tarefas particulares cuja resolução necessitava da abstração teórica formulada nas ações anteriores. As questões foram resolvidas no dia 21 de outubro, último encontro formativo do experimento didático desenvolvido para esta pesquisa.

3.4 Quarta ação de estudo: resolução de tarefas particulares que exigem o modelo teórico de substância química

Este foi o encontro de aplicação de um conjunto de tarefas particulares, que os escolares resolveram com base na relação geral universal aprendida e modelada. Foi

o momento de trazer para o concreto a abstração teórica formada anteriormente. Nesse sentido, os estudantes responderam as questões da avaliação diagnóstica acrescida de outros problemas. As tarefas foram realizadas individualmente.

Durante a resolução das tarefas, verificou-se que os escolares apresentaram dificuldades em superar as visões de senso comum sobre o conceito de substância química.

Questão: Comente a afirmação “Substância química é algo perigoso a nossa saúde”

Turma 5^a fase A

E02: Sim. Sim, porque pode fazer muito mal a nossa saúde e a gente parar no hospital.

E03: Substância química faz mal a nossa saúde, porque tem várias químicas.

E07: Sim, pois a maioria das substâncias são prejudiciais para os humanos quando são produzidas nas fábricas.

E12: Sim, pois dependendo da mistura pode matar.

E14: Sim, porque pode fazer muito mal para nossa saúde. E16: É algo perigoso sim.

Turma 5^a fase B

E03: Sim, pois pode causar vários problemas de saúde para nós, por causa dos produtos químicos que têm misturados nos produtos que consumimos.

E04: Não é perigoso, porém sabendo utilizar.

E05: Sim, a substância química é muito perigosa para a saúde das pessoas, com o tipo de substância que tem nela.

E06: Sim, pois dependendo da substância pode até matar.

E08: Não concordo, pois tudo é realmente substância química.

Com exceção de E08, os demais estudantes insistiram no discurso de que a substância química é algo necessariamente perigoso à saúde. Expressam, assim, as ideias veiculadas ao contexto em que vivem.

Respostas parecidas emergem quando inserimos uma questão que defende a ideia de *substância química* como algo ruim e associada a produtos industrializados.

Turma A

E02: Que Maria está certa, porque esses produtos que são cheios de substâncias químicas fazem muito mal à nossa saúde. A gente pode até parar no hospital.

E03: Ela está certa. Por ter várias substâncias químicas que fazem mal para a nossa saúde, pois tudo é substância química, mistura.

E15: Uai, praticamente tudo tem substância química, até mesmo a água.

E16: Eu faria o mesmo que você.

Turma B

E03: Sim, pois pode causar vários problemas de saúde para nós, por causa dos produtos químicos que têm misturados nos produtos que consumimos.

E04: Não é perigoso, porém sabendo utilizar.

E05: Sim, a substância química é muito perigosa para a saúde das pessoas, com o tipo de substância que tem nela.

E06: Sim, pois dependendo da substância pode até matar.

E08: Não concordo, pois tudo é realmente substância química.

A pergunta expunha um diálogo entre duas personagens, Joana e Maria. Esta falava para aquela que não usava mais produtos cheios de substâncias químicas, fazendo referência a produtos industrializados. Os estudantes tinham que se posicionar em relação ao diálogo. Como vimos, a maioria concordou com Maria, afirmando que produtos industrializados estão cheios de *substâncias químicas* e os naturais, não.

Quando são colocados a analisarem materiais puros e impuros, representados por bolinhas, a maioria dos estudantes, principalmente os mais frequentes, conseguem diferenciá-los corretamente.

Questão: Observe as figuras abaixo e responda quais delas representam materiais puros e quais representam materiais impuros?

Turma 5ª fase A

E02: Puro, puro e impuro.

E03: Puro, puro e impuro.

E14: Puro, puro e impuro.

E16: Impuro, puro e impuro.

Turma 5ª fase B

E03: Puro, puro e impuro.

E05: Puro, impuro e impuro.

E08: Puro, puro e impuro.

E13: Puro, puro e impuro.

Neste caso, os estudantes foram capazes de comparar os conceitos de puro e impuro às suas representações, valorizando as propriedades comuns representadas nas imagens. Isso é um indicativo de que o conceito foi apropriado pelos estudantes na sua dimensão empírica, mas não na teórica. (RUBTSOV, 1996). Entretanto, sobre a forma de desenvolvimento do pensamento teórico, Davydov (2021) afirma que “na sua forma desenvolvida, o pensamento teórico está realmente relacionado com a abstração discursiva, mas em suas formas iniciais transcorre nos planos visual ativo e visual por imagens” (p. 170).

A próxima ação de estudo corresponde ao controle das ações realizadas durante a resolução das tarefas. Durante a atividade de estudo, os estudantes devem refletir sobre suas ações e compará-las aos resultados esperados, tomando consciência da dependência delas aos resultados alcançados, sejam eles bons ou ruins (DAVYDOV, 2021). Nesse sentido, esta ação foi realizada ao longo da resolução das tarefas anteriores, permitindo que os estudantes refletissem sobre o que estavam fazendo e o grau de apropriação dos procedimentos propostos para a realização da tarefa.

3.5 Sexta ação de estudo: avaliação da assimilação do modo generalizado de ação pelos estudantes

Nesta ação de estudo, analisa-se os resultados do processo de ensino, avaliando cada estudante individual para verificar a aprendizagem do conceito (FREITAS, 2016). No contexto desta pesquisa, assim como Batistella (2020), analisa-se as mudanças qualitativas no pensamento dos escolares sobre o conceito de *substância química* a partir dos modos de ação, se espontâneos, empíricos ou teóricos, utilizados para a resolução das tarefas propostas.

Como a avaliação do processo de aprendizagem nesta etapa é individual, pediu-se que os escolares voltassem a responder o questionário da avaliação diagnóstica, acrescida de outras questões.

Durante a resolução das questões correspondentes à tarefa da 6ª ação de estudo, somente 12 escolares da 5ª fase A e 11 da 5ª fase B compareceram. Ao compararem-se o número de estudantes matriculados nas duas turmas, 39 e 45, respectivamente, com a quantidade dos que realizaram as tarefas, é possível quantificar a problemática da infrequência no contexto da EJA. Além disso, a maioria dos escolares que fizeram a tarefa diagnóstica não compareceram durante a aplicação das questões referentes à 6ª ação de estudo, ou fizeram esta e não aquela. Consequentemente, a comparação das respostas dos escolares no início e final do experimento didático-formativo não foi possível para todos eles.

Destaca-se, também, que os escolares não responderam todas as questões propostas, tanto na diagnóstica quanto ao final da sexta ação de estudo. Nesse sentido, analisa-se as respostas que a maioria dos alunos responderam em ambas as etapas.

Sabendo-se que as respostas dos escolares durante a resolução das questões que compõem a 6ª tarefa de estudo expressam na forma de conceitos os modos generalizados de ação internalizados durante o processo de estudo, é possível analisar se os alunos que a responderam se apropriaram ou não dos aspectos essenciais do conceito mediado. Entretanto, mesmo que o escolar tenha respondido as questões ao final da 6ª ação de estudo, o nosso contexto de pesquisa traz algumas ressalvas quanto a análise de tais respostas, pois nem todos eles participaram dos doze encontros formativos, impactando negativamente no processo de aprendizagem.

A seguir, apresenta-se um quadro comparativo que demonstra sinteticamente as respostas dos escolares durante a atividade diagnóstica (início do experimento didático) e durante a sexta ação de estudo (encerramento do experimento didático). Em negrito, destacamos os indícios de mudança no pensamento empírico para o teórico, de início de transformação, assim como da permanência de conceitos espontâneos e/ou empíricos.

Quadro 20: - Síntese das respostas dos alunos na tarefa diagnóstica e na tarefa da 6ª ação de estudo do experimento didático-formativo¹⁰

Questões	Resposta da tarefa diagnóstica	Resposta da tarefa correspondente a 6ª ação de estudo	Indício verificado na mudança de pensamento
2a	E03B: Falso, porque o refrigerante contém substâncias químicas que fazem mal para a nossa saúde.	E03B: Verdadeiro. Porque o químico quer passar o melhor produto para os consumidores.	Permanência da forma espontânea (senso comum) de pensar o conceito de substância química.
	E08B: Falso, porque para ser feita precisa de outros componentes .	E08B: Falso. É só o nome da marca .	Início de transformação do objeto substância química. Obs.: o estudante

¹⁰ Com base em Batistella (2020).

			identifica que o refrigerante não é puro, portanto, não é uma substância química.
	E08A: Falso, porque ele é químico.	E08A: Falso, porque têm diversas substâncias.	Início de transformação do objeto substância química.
2b	E03: Verdadeiro, porque mesmo ele sendo puro, contém substâncias químicas.	E03B: Falso. Porque ele passa por um estado de purificação para chegar no seu estado puro.	Início de transformação do objeto substância química.
	E08B: Falso, pois nele existem várias substâncias.	E08B: O refrigerante não é puro, pois é uma mistura de substâncias.	Indícios da transformação do objeto substância e formação do pensamento teórico.
	E08A: Falso. A química do refrigerante tem química que mata.	E08A: Verdadeiro. Porque tem muita química.	Permanência da forma espontânea (senso comum) de pensar o conceito de substância química.
2c	E03B: Verdadeiro, pois são gêneros diferentes que não se identificam.	E03B: Verdadeiro. Pois a pureza química é quando o produto é puro e não precisa passar por nenhum processo de purificação.	Indícios da transformação do objeto substância química e formação do pensamento teórico.
3a	E16B: Está correta, porque a gente mistura a água sanitária, que é uma substância, com a água da torneira.	E16B: Está correta, porque a gente mistura a água sanitária que é uma substância com a água da torneira.	Permanência da forma espontânea (senso comum) de pensar o conceito de substância química.
	E03B: Errado, porque a substância da água sanitária tem substância que misturando com a água da torneira exala odores muito fortes.	E03: Não. Porque a água sanitária já tem esse cheiro por causa dos produtos químicos que ela tem.	Permanência da forma espontânea (senso comum) de pensar o conceito de substância química.
	E04B: Sim, porque a água sanitária contém substância química. E a água, antes de chegar em nossa casa, é preciso levar produtos químicos.	E04B: Não, porque como Maria explicou, quando a água sanitária é misturada com a água potável ela levanta esse cheiro forte por ela conter várias substâncias.	Permanência da forma espontânea (senso comum) de pensar o conceito de substância química.
	E08B: Sim, pois quando se mistura os dois	E08B: Não. Pois a água sanitária é uma mistura de	Indícios da transformação do

	componentes, o cheiro fica forte e sufocante.	substâncias.	objeto substância e formação do pensamento teórico.
	E13B: João está correto quando mistura uma substância com outra.	E13B: João está certo, porque o cheiro forte é dos produtos, mesmo.	Permanência da forma espontânea (senso comum) de pensar o conceito de substância química.
	E02A: Não, porque é o cloro que dá esse cheiro na água sanitária.	E02A: Não, porque água sanitária é uma mistura de água+cloro.	Início de transformação do objeto substância química.
3b	E03B: Ela está correta, pois a água sanitária quando é misturada com água da torneira exala um cheiro muito forte e sufocante..	E03B: Sim. Porque a água sanitária já possui esse cheiro forte e ela só queria explicar ao marido que não é porque misturava com a água da torneira.	Permanência da forma espontânea (senso comum) de pensar o conceito de substância química.
	E04B: Não, porque as duas águas possuem produtos químicos.	E04B: Sim, porque como Maria mesmo falou a água sanitária contém uma substância muito forte, que é o cloro.	Permanência da forma espontânea (senso comum) de pensar o conceito de substância química.
	E08B: Não, pois João está certo.	E08B: Sim, pois quando outra substância que tem na água sanitária é mistura com a água, libera cheiro forte.	Início de transformação do objeto substância química.
	E13B: Maria não está correta, ela falou diferente do João.	E13B: Mara está correta, quando mistura os produtos o cheiro fica mais forte.	Permanência da forma espontânea (senso comum) de pensar o conceito de substância química.
	E02A: Sim, porque é do cloro que é feita a água sanitária.	E02A: Sim, porque o cloro já é uma substância química. E quando mistura o cloro com a água da torneira ele vira água sanitária, porque fica mais fraco.	Permanência da forma espontânea (senso comum) de pensar o conceito de substância química.
5	E06B: Na minha opinião, era só cozinhar o feijão na panela de pressão sempre com o fogo alto, assim o cozimento seria mais rápido. Assim, ele (João) não reclamaria mais.	E06B: João está certo, pois o fogo quando mais alto o tempo que o feijão cozinha é mais rápido.	Permanência da forma espontânea (senso comum) de pensar o conceito de substância química.
	E08B: Maria está certa por um lado em relação ao gás, mas João está certo que irá	E08B: Maria está certa, não muda o tempo para o cozimento.	Início de transformação do objeto substância

	demorar o tempo de cozimento do feijão.		química.
6	E03B: Sim. É porque as substâncias químicas contêm vários riscos à nossa saúde. E não só a nossa saúde, também aos animais e plantas.	E03B: Sim, pois pode causar vários problemas de saúde para nós, por causa dos produtos químicos que têm misturados nos produtos que consumimos.	Permanência da forma espontânea (senso comum) de pensar o conceito de substância química.
	E04B: Depende no que ele vai ser utilizado.	E04B: Não é perigoso, porém sabendo utilizar.	Permanência da forma espontânea (senso comum) de pensar o conceito de substância química.
	E05B: Sim, porque é um perigo para a saúde da pessoa, porque perde sua saúde.	E05B: Sim, a substância química é muito perigosa para a saúde das pessoas, com o tipo de substância que tem nela.	Permanência da forma espontânea (senso comum) de pensar o conceito de substância química.
	E06B: Sim, pois se não tiver cuidado com as substâncias, elas podem ser fatais.	E06B: Sim, pois dependendo da substância pode até matar.	Permanência da forma espontânea (senso comum) de pensar o conceito de substância química.
	E08B: Depende da substância, pois pode ser prejudicial ou não.	E08B: Não concordo, pois tudo é realmente substância química.	Indícios da transformação do objeto substância e formação do pensamento teórico.
	E02A: Sim. Substância química faz mal a nossa saúde.	E02A: Sim, porque pode fazer muito mal a nossa saúde e a gente parar no hospital.	Permanência da forma espontânea (senso comum) de pensar o conceito de substância química.
8	E04B: Retirando a água e repondo todos os ingredientes corretos.	E04B: Rapidamente troca de panela antes que comece a misturar a água com o sal.	Permanência da forma espontânea (senso comum) de pensar o conceito de substância química.
	E05B: Porque eu não mexi o sal na panela pra misturar para ficar salgada no lugar do açúcar foi o sal no café.	E05B: Para ninguém conhecer, eu trocaria a água sem ninguém perceber e faria o café com açúcar sem contar a ninguém.	Permanência da forma espontânea (senso comum) de pensar o conceito de substância química.
	E08B: usar a água com o sal (sem o café) para fazer outra coisa e usar outra água para fazer o café.	E08B: Colocando a água para ferver, a água irá evaporar e o sal ficará no fundo da panela.	Indícios da transformação do objeto substância e formação do

			pensamento teórico.
	E02A: Porque não irei mexer na água. É só trocar a água do copo sem mexer muito.	E02A: Primeiro vou pegar dois copos, o primeiro vou derramar a água com cuidado para não derramar o sal.	Permanência da forma espontânea (senso comum) de pensar o conceito de substância química.

A tarefa, tanto de diagnóstico quanto da 6ª ação de estudo, foi realizada por nove escolares. Destes, só E03B e E08B demonstraram indícios da aprendizagem do conhecimento do objeto substância química por meio de um pensamento do tipo teórico. Cabe ressaltar que E08B participou de todos os encontros, e E03B, de quase todos. Ainda assim, mesmo entre esses dois estudantes, algumas questões foram respondidas com base em conhecimentos do cotidiano.

No geral, as respostas dos escolares evidenciam as dificuldades que a maioria deles possuem em superar as visões de senso comum sobre o conceito de substância, principalmente quando este está vinculado a situações do cotidiano do aluno. Assim, continuam a associar o conceito de substância como algo necessariamente perigoso e vinculado a produtos industrializados.

Porém, quando os conceitos de substância e mistura estão vinculados à presença de um ou mais materiais (puro e impuro) representados por esferas, os estudantes conseguem diferenciá-los com facilidade. Além disso, as propriedades físicas das substâncias, principalmente a temperatura de fusão e ebulição, foram utilizadas por alguns alunos quando tiveram que analisar duas situações aparentemente distintas que as envolviam (Questão 7 e 8). Entretanto, alguns escolares não conseguiram compreender que se tratava do mesmo processo, e outros responderam utilizando o conhecimento cotidiano.

Mesmo entre os escolares E03B e E08B é cedo para afirmar que houve formação do pensamento teórico, apesar de eles utilizarem os conceitos corretamente em quase todas as situações particulares que foram propostas. Apesar disso, pode-se afirmar que a *Didática Desenvolvimental* e o seu modo de organização do processo ensino-aprendizagem permitiram que os escolares experimentassem um modo geral

(e diferente para eles) de estudo que busca mobilizar o pensamento de modo participativo e consciente.

Esta pesquisa evidencia que, para que a EJA seja um lugar de afirmação do direito à educação de qualidade, além do domínio do professor sobre o objeto de ensino e dos fundamentos pedagógicos e didáticos da teoria que utiliza, é fundamental a transformação da realidade que os escolares dessa modalidade enfrentam, principalmente em relação ao acesso e permanência deles na escola.

A atividade de estudo é aquela que orienta qualitativamente as mudanças psíquicas das crianças em idade escolar (LEONTIEV, 2004). Os escolares da EJA estão em outro nível de desenvolvimento, o da atividade criativa/trabalho (LEONTIEV, 2021), mas não participaram do processo de escolarização formal. Por isso, também é importante considerar todos os aspectos que relacionam ambas as atividades no nível criativo, possibilitando uma formação consciente e motivada, sem a qual o estudo enquanto atividade não ocorre.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escola é a instituição destinada oficialmente para a transmissão dos saberes científico-culturais que a sociedade estabelece como necessários à formação intelectual das novas gerações. Nela, os sujeitos atuais internalizam o conhecimento que seus antepassados produziram, permitindo que a cada geração a vida social comece para os indivíduos em um nível mais elevado em termos técnicos e científicos. Fora da escola, as crianças aprendem um conjunto de saberes, também produzidos no passado, que servem para orientá-las na realidade atual. Entretanto, é na instituição escolar que o conhecimento passa a ser ensinado de forma sistemática e com intencionalidade, imprimindo em sua forma de organização e nos conteúdos que ensina o sujeito que quer formar.

A nossa sociedade é dividida em classes que se diferenciam pelo acesso aos bens materiais e culturais produzidos historicamente. Nesse modo de existência, o acesso à moradia, à saúde, à educação, ao lazer, à preguiça, a uma vida digna, só é permitido a quem consegue pagar. Dentro dessa lógica, o acesso ao conhecimento científico fica restrito a uma pequena classe que, dentro dos seus privilégios historicamente instituídos, consegue pagar por ele.

Para tornar ainda mais difícil escapar dessa lógica, como tudo que existe no capitalismo, o acesso ao conhecimento foi dividido em vários níveis técnicos e científicos. Uma parte da classe trabalhadora, que agora está quase que irreversivelmente fragmentada, consegue ter acesso a graus diferenciados de formação intelectual e técnica, conseguindo acessar alguns privilégios antes restritos à classe burguesa. Consequentemente, o nivelamento do acesso ao conhecimento produziu desigualdade nas possibilidades de consumo material e cultural, criando a falsa ideia de que existem muitas classes além das tradicionais burguesia e proletariado. Nesta perspectiva, o trabalhador não é definido pelo lugar que ocupa nas relações produtivas da existência material, mas pelo quanto recebe por seu trabalho.

Nesse modelo de sociedade, as possibilidades materiais que determinam as relações que os sujeitos estabelecem com o meio e o nível de apropriação daquilo que

a sociedade produziu ao longo da sua existência pregressa são ignoradas, pois o acesso fragmentado ao conhecimento cria concepções conformistas, naturaliza e legitima a existência atual da sociedade, além de transformar questões sociais em problemas individuais.

A incompreensão da realidade na sua essência, provocada pela fragmentação do conhecimento, promove a alienação da existência humana, refletindo no modo de ser e agir dos sujeitos sobre o mundo. O resultado é a formação de uma consciência fragmentada que não se vê pertencente a um movimento social mais amplo.

A escola pública se torna uma das forças contrárias a esse modo de existência que desumaniza homens e mulheres quando assume o compromisso de formar sujeitos integrais através da socialização dos conhecimentos científicos, artísticos, culturais e filosóficos, negados à grande maioria dos sujeitos. Assim, por assumir que todos são herdeiros dos saberes produzidos pela humanidade, cria as condições necessárias para que isso se efetive.

Esta pesquisa assumiu esse posicionamento quando se propôs a criar, aplicar e analisar uma sequência didática desenvolvida para o ensino-aprendizagem de conceitos teóricos na Educação de Jovens e Adultos. Como afirmamos, a socialização dos saberes teóricos é fundamental para a formação de uma sociedade justa e conscientemente integrada.

Por esse ângulo, a EJA é ao mesmo tempo negação e afirmação. Enquanto negação, torna-se o lugar que aglutina os sujeitos de direitos negados, nascidos nas periferias do mundo, marginalizados, desumanizados porque impedidos de se desenvolverem na plenitude das possibilidades que a humanidade foi capaz de gerar. Enquanto afirmação, a EJA é a possibilidade de transformação dos sujeitos que nela chegam, o encontro de consciências forçadamente e intencionalmente fragmentadas em busca da unificação, o caminho para o entendimento de si, dos outros e do mundo na sua essência.

O cumprimento da EJA enquanto afirmação esbarra em várias condições desfavoráveis que estão inseridas tanto no movimento interno desta pesquisa quanto na sua relação com as condições concretas de sua aplicação. Tais condições, no âmbito do nosso trabalho, limitaram a formação teórica do conceito mediado,

impossibilitando a sua internalização plena pelos sujeitos da EJA que participaram desta pesquisa.

Seria ingênuo acreditar que as forças dominantes dessa sociedade, no modo que está organizada, teriam interesse em formar sujeitos pensantes e conscientes de suas condições e dos verdadeiros motivos pelos quais chegaram a elas. A escola pública brasileira, apesar de ser o lócus da luta contra a negação do direito ao acesso ao conhecimento científico, está inserida em uma sociedade capitalista que limita ou desvia a sua função essencial.

No contexto desta pesquisa, podemos destacar a infrequência dos escolares às aulas como condição que dificultou os registros de aprendizagem. Tal conjuntura gerou rupturas no processo de estudo que, apesar das estratégias didáticas criadas pelo professor (investigação em grupo, tarefas constantemente retomadas, sínteses coletivas), comprometeu a formação da atividade de estudo como aquela que deve ser formada no percurso da aprendizagem, e o entendimento do seu processo pelos escolares. Consequentemente, a formação teórica do conceito mediado também ficou prejudicada.

Apesar da infrequência atingir diretamente os sujeitos da EJA no processo de aprendizagem, não se pode atribuir a eles a sua responsabilidade. Ela só evidencia a incapacidade (intencionalidade?) do sistema educacional em particular, como reflexo do sistema socio-econômico em geral, em dar condições para que os escolares dessa modalidade da educação possam acessar aquilo que lhes foi negado desde o princípio. Além disso, enquanto pessoas adultas (na sua maioria), os escolares da EJA são diretamente responsáveis pela manutenção de suas vidas. Isso significa que precisam trabalhar para atender suas necessidades básicas, inserindo-se, como o questionário socioeconômico revelou, em atividades informais que exigem energia e tempo imprevisíveis.

Nesse sentido, mesmo entendendo a escola como o lugar que fornecerá a ferramenta (diploma) necessária para promover mudanças concretas nas condições de vida deles (demonstrado no quadro 4), os escolares da EJA não conseguem evitar as ausências às aulas. Isto ocorre devido a vários fatores, mas, ao nosso ver, evidencia que, apesar de social e historicamente necessária, a educação escolar não está no

plano das necessidades prioritárias, principalmente porque seus frutos não são imediatos (dentro da lógica capitalista). Em síntese, para os “oprimidos do mundo”, nas contingências do cotidiano cabe pouco espaço à educação escolar, pois demanda tempo demais de uma existência que exige o atendimento de necessidades quase instantâneas.

Outra circunstância do processo de geração dos registros de aprendizagem que merece a nossa atenção se refere ao significado e sentido que os escolares atribuem ao conceito de *substância química* mediado durante a realização das tarefas. Como dito anteriormente, a consciência se constitui nas relações que os sujeitos estabelecem com a realidade histórico-social, por meio da qual apropriam-se das significações que medeiam as interações coletivas, orientando o modo de pensar e agir deles sobre o mundo. Portanto, devemos “considerar a consciência na sua dependência essencial do modo de vida, que é determinado pelas relações sociais existentes e pelo lugar que o indivíduo considerado ocupa nestas relações” (LEONTIEV, 2004, 95).

A EJA é constituída por sujeitos que foram impedidos (não importa a forma que se apresenta tal impedimento) de acessarem a educação escolar, por isso, de se apropriarem das formas complexas de entendimento da realidade, limitando a formação das funções psicológicas superiores (VIGOTSKI, 2009) e, em particular, do desenvolvimento do pensamento teórico como capacidade psíquica vinculado exclusivamente a aprendizagem de conceitos científicos (DAVYDOV, 1988). Nessas circunstâncias, a mediação de qualquer conceito científico esbarra em conceitos espontâneos e cotidianos fortemente sedimentados na consciência desses sujeitos. Consequentemente, mesmo que o conceito de *substância química* tenha sido mediado pela lógica interna da Didática Desenvolvimental, a relação entre sentido subjetivo e significação social durante a atividade de estudo deve constituir-se como elemento a ser tratado em outras intervenções.

Apesar de não constituir objeto de estudo desta pesquisa, a análise dos dados indica que a construção do sentido pessoal, isto é, a conscientização para si do significado social do objeto percebido, sobre o significado social do conceito de *substância química* não foi desenvolvido. Leontiev (2004) afirma que mesmo sendo

percebido pelo sujeito, se o objeto não fizer sentido para ele, a construção do seu significado não se realiza. A concepção de substância que os escolares possuíam ao iniciar a atividade pedagógica não se modificou no plano discursivo, ou pouco se transformou após a conclusão das tarefas de estudo.

Por essa via, a criação de motivos para o estudo também seria fundamental. Como já dissemos, o motivo é aquilo que estimula o indivíduo a entrar em atividade, ou seja, seu objetivo. A pesquisa evidenciou que os motivos que levam os escolares da EJA a voltarem à escola não correspondem ao seu objetivo historicamente instituído, portanto, nenhuma necessidade gerou para os alunos um motivo diretamente vinculado à aprendizagem de conteúdos científicos. Nessas condições, os escolares, mesmo dentro da escola e realizando ações sobre o conteúdo, não estão em atividade.

Mesmo diante dessas circunstâncias, buscou-se criar tarefas que fossem capazes de gerar motivos para a aprendizagem do *conceito de substância química*. Para isso, procurou-se demonstrar os limites dos conceitos espontâneos para a explicação de fenômenos naturais presentes no cotidiano dos alunos. Isso permitiu que alguns escolares tivessem interesse em compreender tais fenômenos e, para isso, deveriam se apropriar dos conceitos científicos que os explicam.

Leontiev (2012) distingue duas categorias de motivos: os compreensíveis e os eficazes. O primeiro se refere ao conteúdo da atividade, enquanto o segundo ao que faz de fato o sujeito agir sobre o objeto da sua atividade. O autor também afirma que só os motivos compreensíveis se tornam eficazes em certas situações.

A transformação dos motivos compreensíveis (apropriação do conceito de substância química durante a realização das tarefas) em eficazes ocorreu em algumas aulas, verificado nas falas de alguns escolares que queriam saber como o fenômeno da separação de mistura poderia ser explicado, antes mesmo de compreenderem o conceito de mistura e de propriedades físicas.

Durante a realização das tarefas, destinou-se momentos para as relações interpessoais, reconhecendo a aprendizagem como um processo que começa nas relações sociais e na interação entre os sujeitos da aprendizagem para depois atingir a dimensão intrapsíquica (VIGOTSKI, 2009). Aqui, concordamos com Rubtsov (1996,

p. 137) quando diz que “a atividade coletiva se torna uma etapa necessária e um mecanismo interior da atividade”. Esses momentos foram importantes para que as relações afetivas estivessem presente nos momentos de aprendizagem. Apesar de não fazer parte dos objetivos desta pesquisa, a relação afeto-cognição (aquilo que afeta os sujeitos durante o processo de aprendizagem) dentro da atividade pedagógica pode ser objeto de estudo na Educação de Jovens e Adultos, constituindo-se uma dimensão importante para a aprendizagem de conceitos teóricos.

Mesmo que a aprendizagem do conceito de *substância química* não tenha atingido o seu nível teórico no pensamento dos escolares, esta investigação traz dados e reflexões que podem contribuir com as pesquisas em educação no campo da EJA, principalmente as que utilizam como referencial a Psicologia Histórico-Cultural e a Didática Desenvolvimental. Foi possível observar o avanço na aprendizagem do conceito de substância química durante a resolução das tarefas pelos estudantes. A análise dos modelos elaborados por eles, bem como das respostas dadas às questões inseridas nas tarefas, demonstra saltos qualitativos na construção do conceito, aparecendo como um sistema cada vez mais complexo no plano da consciência dos estudantes. Em segundo lugar, o modo de organização da atividade de estudo permitiu que os escolares tivessem acesso a um modo totalmente novo de aprendizagem, fora dos padrões memorísticos e diretos do ensino tradicional, fundamentado em ações conscientes sobre o objeto de estudo. Em terceiro lugar, a aprendizagem precisa ser compreendida como um processo no qual os estudantes vão internalizando o conceito de forma cada vez mais elaborada, ou seja, enriquecida por novas significações que são construídas a partir de outras relações com o objeto de estudo ao longo do ensino, por isso, a aprendizagem não é imediata e instantânea. Assim, em nossa concepção, mais importante do que a conclusão de que os escolares da EJA não atingiram a dimensão teórica do conceito de substância química em seus pensamentos, é o processo em que o fenômeno se realiza, contribuindo para novas formas de organização do ensino-aprendizagem.

Além disso, a Didática Desenvolvimental e sua Teoria da Atividade de Estudo (TAE) construíram princípios que orientam a atividade pedagógica para a formação

de conceitos científicos a partir de contextos e tempos específicos. O próprio Davydov (1988) afirma que ela é uma teoria em construção e que novas pesquisas são fundamentais para o seu aperfeiçoamento.

Para que essa modalidade da educação cumpra a sua função afirmativa, é imprescindível, primeiramente, que haja compromisso com a permanência dos alunos na escola. Este foi um dos principais problemas empíricos desta pesquisa.

Dentro da teoria, percebe-se que a atividade de estudo não é uma realidade na EJA. Torná-la orientadora da atividade pedagógica na sala de aula constitui-se, a nosso ver, a principal problemática a ser resolvida. Se os escolares não entram em atividade de estudo, os conceitos teóricos não podem ser internalizados conscientemente.

As dificuldades são muitas, mas o interesse por uma educação que permita aos escolares caminharem conscientemente e autonomamente pela realidade nos impulsiona a novos estudos.

REFERÊNCIAS

- AFONSO-GOLDFARB, A. M. **Da alquímia à química: um estudo sobre o passado do pensamento mágico-vitalista ao mecanicista.** São Paulo, SP: LANDY, 2001.
- AQUINO, O. F. O experimento didático formativo: contribuições de L. S. Vigotski, L. V. Zankov e V. V. Davydov. *In: LONGAREZI, A. M.; PUENTES, R. V. (org.). Fundamentos psicológicos e didáticos do ensino desenvolvimental.* Uberlândia, MG: EDUFU, 2017, p. 325-350.
- ARAÚJO, D.X.; SILVA, R.R. e TUNES, E. O conceito de substância em química apreendido por alunos do ensino médio. **Química Nova**, n. 18 (1), p. 80-90, 1995
- ASBAHR, F. da S. F. A pesquisa sobre a atividade pedagógica: contribuições da teoria da atividade. **Revista Brasileira de Educação**, p. 108-118, 2005.
- ASBAHR, F. da S. F. Sentido pessoal, significado social e atividade de estudo: uma revisão teórica. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 18, p. 265-272, 2014.
- ASBAHR, F. da S. F.; LOPES, J. S. A culpa é sua. **Psicologia USP**, v. 17, p. 53-73, 2006.
- ASBAHR, F. F. da S. BERNARDES, M. E. M. Atividade pedagógica e o desenvolvimento das funções psicológicas superiores. **Perspectiva**, v. 25, n. 02, p. 315-342, 2007.
- BATISTELLA, C. A. Da R. **Física no ensino médio: ensino-aprendizagem do conceito calor na concepção da teoria de Davydov com contribuições de Hedegaard.** 2020. 253 f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifício Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2020.
- BELLAS, R. R. D. **Conceito de substância atribuídos por licenciandos em química: uma análise histórico-cultural.** 2018. 180 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, 2018.
- BELLAS, R. R. D et al. O conceito de substância química e seu ensino. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 1, p. 17-24, 2019.
- BERNARDES, M. E. M. **Mediações simbólicas na atividade pedagógica: contribuições do enfoque histórico-cultural para o ensino e aprendizagem.** 2006. 330 f. Tese (Doutorado em Educação: ensino de ciências e matemática) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- BERNARDES, M. E. M. Ensino e aprendizagem como unidade dialética na atividade pedagógica. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 13, p. 235-242, 2009.

BERNARDES, M. E. M. A consciência na atividade pedagógica: contribuições da teoria histórico-cultural. In.: BERNARDES, M. E. M.; BEATÔM, G. A. **Trabalho, educação e lazer: contribuições do enfoque histórico-cultural para o desenvolvimento humano**. São Paulo: Escola de Artes, Ciências e Humanidades, 2017.

CARVALHO, B; MARTINS, L. M. Formação de professores: superando o dilema teoria versus prática. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, v. 9, n. 1, p. 172-181, 2017.

CEDRO, W. L.; MORAES, S. P. G. de; ROSA, J. E. da. A atividade de ensino e o desenvolvimento do pensamento teórico em matemática. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 16, n. 2, p. 427-445, 2010.

CHIZZOTTI, **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 4. Ed. São Paulo: Cortez, 2000.

CHIZZOTTI, **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.

DAVYDOV. V. V. **Problemas do ensino desenvolvimental**: a experiência da pesquisa teórica e experimental na psicologia. Tradução de José Carlos Libâneo e Raquel AM da Madeira Freitas, 1988.

DAVYDOV. V. V. Desenvolvimento psíquico da criança. In: PUENTES, R. V.; CARDOSO, C. G. C.; AMORIM, P. A. P. **Teoria da atividade de estudo**: contribuições de D. B. Elkonin, V. V. Davydov e V. V. Repkin - Livro I. 3ª ed. Curitiba: CRV, 2021. Coedição: Uberlândia, MG: EDUFU, 2021. p. 173-188.

DAVYDOV. V. V. Conteúdo e estrutura da atividade de estudo. In: PUENTES, R. V.; CARDOSO, C. G. C.; AMORIM, P. A. P. **Teoria da atividade de estudo**: contribuições de D. B. Elkonin, V. V. Davydov e V. V. Repkin - Livro I. 3ª ed. Curitiba: CRV, 2021. Coedição: Uberlândia, MG: EDUFU, 2021. p. 173-188.

DAVYDOV, V. V.; MARKOV, A. K. O conceito de atividade de estudo dos estudantes. In: PUENTES, R. V.; CARDOSO, C. G. C.; AMORIM, P. A. P. **Teoria da atividade de estudo**: contribuições de D. B. Elkonin, V. V. Davydov e V. V. Repkin - Livro I. 3ª ed. Curitiba: CRV, 2021. Coedição: Uberlândia, MG: EDUFU, 2021. p. 189-210.

FERREIRA, L. M.; LAMBACH, M. O desenvolvimento do conceito de substância química: uma história e implicações para o ensino de química. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 5, 2021.

FREITAS, R. A. M. Da M. Formação de conceitos na aprendizagem escolar e atividade de estudo como forma básica para organização do ensino. **Revista Educativa-Revista de Educação**, v. 19, n. 2, p. 388-418, 2016.

KOSIK, K. **Dialética do Concreto**. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

LAMBACH, M; MARQUES, C. A. O Conceito de Substância: uma construção histórica a partir de diferentes Estilos de Pensamento. **ANAIS VIII ENPEC, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo**, 2011.

LEONTIEV, A. N. **Actividad, conciencia e personalidad**. Havana: Editorial Pueblo y Educacion, 1983.

LEONTIEV. A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. 2ª. Ed. São Paulo: Centauro, 2004.

LEONTIEV. A. N. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In.: VIGOTSKI, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 12ª. Ed. São Paul: Ícone, 2012.

LEONTIEV, A. N. **Atividade, consciência, personalidade**. Bauru, SP: Mireveja, 2021.

LIBÂNEO, J. C.; FREITAS, R. A. M. Da M. Vasily Vasilyevich Davydov: a escola a formação do pensamento teórico-científico. In.: LONGAREZI, A. M.; PUENTES, R. V. (org.). **Ensino desenvolvimenta: sistema Elkonin-Davydov-Repkin**. Uberlândia, MG: EDUFU, 2013, p. 2015-248.

LIBÂNEO, J. C.; FREITAS, R. A. M. Da M. Abstração, generalização e formação de conceitos no processo de ensino e aprendizagem. In.: LONGAREZI, A. M.; PUENTES, R. V. (org.). **Ensino desenvolvimenta: sistema Elkonin-Davydov-Repkin**. Campinas, SP: Mercado de Letras; Uberlândia, MG: EDUFU, 2019, p. 213-238.

LIRA, H. S. S. de. **Contribuições da teoria das ações mentais no ensino-aprendizagem de conteúdos químicos para uma turma de jovens e adultos**. 117f. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2018.

LONGAREZI, A. M.; FRANCO, P. L. J. A formação-desenvolvimento do pensamento teórico na perspectiva histórico-cultural da atividade no ensino de matemática. **Revista Educativa-Revista de Educação**, v. 19, n. 2, p. 526-561, 2017.

LONGAREZI, A. M. Para uma didática desenvolvimental e dialética no contexto de escolas públicas brasileiras. **Obutchénie. Revista de Didática e Psicologia Pedagógica**, v. 1, n. 1, p. 187-230, 2017.

LONGAREZI, A. M. Teoria do experimento formativo no sistema Elkonin-Davydov-Repkin. *In: LONGAREZI, A. M.; PUENTES, R. V. (org.). Ensino desenvolvimental: sistema Elkonin-Davydov-Repkin. Campinas, SP: Mercado de Letras; Uberlândia, MG : Edufu, 2019.*

LONGAREZI, A. M. Gênese e constituição da Obutchénie Desenvolvimental: expressão da produção singular-particular-universal enquanto campo de tensão contraditória. *Educação*, v. 45, p. 1-31, 2020.

LOPES, M. R. de O.; FERREIRA, T. L. A educação de jovens e adultos e o ensino de ciências: uma revisão da literatura. *Revista Científica Interdisciplinar*, v. 3, p. 67, 2015.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. E.P.U, 1986.

MILLER, S. Atividade de estudo: especificidades e possibilidades educativas. *In: PUENTES, R. V.; MELO, S. A. (Org.). Teoria da atividade de estudo: livro II: contribuições de pensadores brasileiros e estrangeiros. Uberlândia, MG: EDUFU, 2019, p. 73-96.*

MOURA, M.O. de et al. Atividade Orientadora de Ensino: unidade entre ensino e aprendizagem. *Revista Diálogo Educ.*, Curitiba, v.10, n.29. p. 205-229, 2010.

MOREIRA, M. A. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

NEVES, J. D.; RESENDE, M. R. O experimento didático como metodologia de pesquisa: um estudo na perspectiva do “estado do conhecimento”. **XII Encontro de Pesquisa em Educação/Centro-Oeste, Goiânia. Anais do XII Encontro de Pesquisa em Educação/Centro-Oeste**, 2014.

OKI, M.C.M. O conceito de elemento da antiguidade à modernidade. **Química Nova na Escola**, n. 16, 2002.

OLIVEIRA, R. J. de. O mito da substância. **Química Nova**, n. 1, p. 8-11, 1995

PAOLONI, L. Química e mecânica quântica: Relação entre a estrutura lógica da Química e a realidade molecular. **Química Nova**, v. 3, p. 164-171, 1980.

PUENTES, R. V.; LONGAREZI, A. M. A didática desenvolvimental: seu campo conceitual na tradição da psicologia histórico-cultural da atividade. *In: LONGAREZI, A. M.; PUENTES, R. V. (org.). Fundamentos psicológicos e didáticos do ensino desenvolvimental. Uberlândia, MG: EDUFU, 2017, p. 187-224.*

PUENTES, R. V. Sistema Elkonin-Davydov-Repkin: gênese e desenvolvimento da Teoria da Atividade de Estudo - TAE (1959-2018). In: LONGAREZI, A. M.; PUENTES, R. V. (org.). **Ensino desenvolvimental: sistema Elkonin-Davydov-Repkin**. Campinas, SP: Mercado de Letras; Uberlândia, MG: EDUFU, 2019, p. 213-238.

ROSA, J. E.; MOURA, M. O. de; DAMAZIO, A. Teoria da modelagem. In: LONGAREZI, A. M.; PUENTES, R. V. (org.). **Ensino desenvolvimental: sistema Elkonin-Davydov-Repkin**. Campinas, SP: Mercado de Letras; Uberlândia, MG: EDUFU, 2019, p. 325-355.

RUBTSOV, V. A atividade de aprendizado e os problemas referentes à formação do pensamento teórico dos escolares. In: GARNIER, C.; BERNARZ, N.; ULANOVSKAYA, I. **Após Vygotsky e Piaget: perspectivas social e construtivista - escolas russa e ocidental**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 129-137.

SÁ, L. P. et. al. Análise das pesquisas sobre EJA nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, 2011

SANTOS, E. B. dos. **A psicologia histórico-cultural como intercessão no desenvolvimento de alunos da educação de jovens e adultos (EJA) no bairro vila maranhão de São Luís MA**. 2012. 144 f. Dissertação (Mestrado em Cultura e Sociedade) - Universidade Federal do Maranhão, Maranhão, 2012.

SFORNI, M. S. de F. O método como base para reflexão sobre um modo geral de organização do ensino. In: MENDONÇA, S. G. de L.; PENITENTE, L. A. A.; MILLER, S. (org.). **A questão do método e a teoria histórico-cultural: bases teóricas e implicações pedagógicas**. Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2017. p. 81-96.

SFORNI, M. S. De F. Pesquisas sobre modos de organização do ensino: necessidades, metodologia e resultados. In: SFORNI, M. S. De F.; SERCONEK, G. C.; BELIERI, C. M. (Org.). **Aprendizagem conceitual e organização do ensino: experimentos didáticos na educação básica**. Curitiba: CRV, 2019.

SHUARE, M. **A psicologia soviética: meu olhar**. Tradução de Laura Maria Carnielo Calejon. São Paulo: Terracola Editora, 2017.

SILVA, J. R. R. T. da.; AMARAL, E. M. R. do. Proposta de um perfil conceitual para substância. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 53-72, 2013.

SILVA, J. R. R. T. da. Diversos modos de pensar o conceito de substância química na história da ciência e sua visão relacional. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 23, p. 707-722, 2017.

SILVEIRA, M. P. da. **Uma análise epistemológica do conceito de substância em livros didáticos de 5ª e 8ª séries do ensino fundamental**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SIMIRO, L. V. B. **A ação docente em ciências naturais na educação de jovens e adultos (EJA): um olhar histórico-crítico e histórico-cultural**. 2020. 226 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2020.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. Autores associados, 2021.

TANAMACHI, E. de R.; ASBAHR, F. da S. F.; BERNARDES, M. E. M. Teoria, método e pesquisa na psicologia histórico-cultural. In.: **Temas escolhidos na psicologia histórico-cultural: interfaces Brasil - Cuba**. Maringá: Eduem, 2018.

TEIXEIRA, P. M. M; MEGID, J. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 23, p. 1055-1076, 2017.

VIDAL, Bernard. **História da química**. Lisboa: Edições 70, 1986.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7ª ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2007.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. 2ª ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2009.

ANEXO 1 - Plano de Ensino Desenvolvidor para o Conceito de Substância Química.

Local de realização da pesquisa: Escola de Ensino Fundamental João Batista Pereira da Silva

Nível de ensino: Segundo ciclo do ensino fundamental

Modalidade de educação: Educação de Jovens e Adultos

Disciplina: Ciências

Conceito a ser mediado: substância química

Objetivo geral: Permitir que os escolares desenvolvam o pensamento teórico sobre o conceito de substância química.

1ª Ação de estudo: Transformar os dados da tarefa a fim de identificar a relação universal do objeto substância.

Nesta primeira ação de estudo, os escolares deverão realizar um conjunto de ações e operações para compreender o conceito de substância química na sua universalidade, isto é, compreender o invariante do conceito de substância. Para este conceito:

Entendemos que a pureza (material constituído dele mesmo), o conjunto de propriedades físicas constantes e a existência de um constituinte representativo, são, individualmente, condições necessárias para um material ser considerado uma substância, e em conjunto, formam condições suficientes para afirmar que um material se trata de uma substância (BELLAS, 2018, p. 64).

Nesse sentido, e pensamento no caráter sistêmico dos conceitos científicos, “substância relaciona-se ao conceito de pureza, de material puro, às propriedades físicas, os constituintes/composição, aos tipos de substâncias (simples ou composta), aos processos de purificação entre outros” (BELLAS et. al, 2019).

Tarefa 01: Análise e resolução de um problema envolvendo o conceito de substância

Desenvolvimento da tarefa: a turma é dividida em grupo para que analisem e levantem hipóteses a partir do problema proposto pelo professor. Isso permite que eles comecem a produzir coletivamente as primeiras abstrações substantivas sobre o conteúdo da atividade.

O professor apresenta o problema que só poderá ser resolvido após os alunos realizarem ações e operações práticas e mentais que mostrem a relação universal do conceito de substância química.

Situação-problema: Um Químico pediu a quatro trabalhadores de quatro profissões diferentes (pedreiro(a), médico(a), cozinheiro(a) e catador(a)) que pensassem em alguns objetos que estão envolvidos no trabalho que realizam e os separassem em dois ou mais grupos.

Nos quadros abaixo podemos ver como cada trabalhador organizou os seus materiais.

Quadro 1.

Profissão: Cozinheiro (a)	
Cloreto de sódio (sal de cozinha); Bicarbonato de sódio; Açúcar refinado; Feijão; Panelas de alumínio.	Leite; Água potável; óleo
Grupo 1	Grupo 2

Quadro 2.

Profissão: Pedreiro (a)	
Areia; Pedras (britas); Cimento; Barras de ferro.	Água potável.
Grupo 1	Grupo 2

Quadro 3.

Profissão: Médico (a)	
Máscara cirúrgica (sintética) descartável; Seringa;	Água destilada; Soro fisiológico; álcool; Amostras de sangue.
Grupo 1	Grupo 2

Quadro 4.

Profissão: Catador (a)			
Ferro; Alumínio; Cobre; Latão.	Plásticos	Vidros	Papel
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4

Questão 1 - Suponha que o químico tenha feito o mesmo pedido a você. Faça o mesmo que os trabalhadores fizeram e explique por que você organizou os seus materiais da forma que fez.

Após a resolução da questão 01, o professor entrega a segunda parte da tarefa.

O químico analisa os materiais dos quadros organizados pelos trabalhadores e propõe a seguinte organização:

Quadro 5.

Profissão: Químico			
1 - Cloreto de sódio (sal de cozinha) 2 - Bicarbonato de sódio; 3 - Açúcar refinado; 4 - Ferro; 5 - Alumínio; 6 - Cobre 7 - Máscara cirúrgica descartável; 8 - Seringa; 9 - Água destilada; 10 - Álcool. 11 - Óleo Grupo S		1 - Vidro 2 - Plásticos 3 - Papel; 4 - Água potável; 5 - Latão; 6 - Soro fisiológico; 8 - Amostra de sangue 9 - Areia; 10 - Pedra (brita); 11 - Cimento 12 - Feijão 13 - Leite. Grupo M	
1 - Ferro; 2 - Alumínio; 3 - Cobre; Grupo SS	1 - Cloreto de sódio; 2 - Bicarbonato de sódio; 3 - Açúcar refinado; 4 - Máscara cirúrgica descartável; 5 - Seringa; 6 - Água destilada; 7 - Álcool. 8 - Óleo Grupo SC	1 - Vidro 2 - Plásticos 3 - Papel; 4 - Água potável; 5 - Latão; 6 - Soro fisiológico; Grupo MHo	8 - Amostra de sangue 9 - Areia; 10 - Pedra (brita); 11 - Cimento 12 - Feijão 13 - Leite. Grupo MHe

Questão 2 - Observe e analise como o Químico organizou os materiais dos demais trabalhadores. Em seguida, tente organizar os materiais do seu grupo da mesma forma.

Ações de estudo: refletir e analisar os dados para encontrar o traço teórico comum que permitiu agrupar os objetos da maneira que o químico fez.

Objetivo: Construir as primeiras abstrações sobre o problema proposto por meio da análise dos elementos que o constitui.

Síntese prevista para a tarefa 01: impossibilidade de se chegar a uma resposta ao problema com base em seus atributos empíricos imediatos.

Tarefa 02: Análise da composição dos materiais como critério de identificação de substâncias e mistura de substâncias.

Objetivos: 1- Compreender que os sistemas materiais podem ser formados por mais de um material. 2 - Perceber que é possível separar os materiais com base na sua composição. 3- Realizar ações e operações práticas e mentais a fim de compreender que sistemas materiais podem ser homogêneos ou heterogêneos, e que um sistema homogêneo nem sempre é composto por apenas um material. 4 - Apropriar-se de aspectos procedimentais da atividade científica. 5 - Construir as primeiras representações gráficas dos componentes dos materiais. 6 - Iniciar a construção do modelo geral de ação.

1º momento - Atividade experimental.

O professor divide a sala em grupo e distribui alguns materiais e pede para que eles realizem os procedimentos abaixo e respondam às questões propostas.

Materiais:

- 1- 110 ml de água potável
- 2- 10 ml de Óleo de soja
- 3- 20g de açúcar refinado
- 4- 50g de terra
- 5- 110 ml de álcool
- 6- 1/4 de folha sulfite A4 picado
- 7- 5g de sal de cozinha
- 8- 5 Copos descartáveis transparentes

Procedimentos:

- 1- Analise os materiais e preencha o quadro abaixo colocando **sim** ou **não**.

Quadro 1: Classificação dos materiais do experimento com base na composição aparente.

Materiais	Quanto à composição	Quanto a aparência
-----------	---------------------	--------------------

			Homogênea	Heterogênea
	Formado por um único material	Formado por mais de um material		
Água potável				
Óleo de soja				
Açúcar				
Bicarbonato de sódio				
Papel				
Sal de cozinha				
Álcool				

2 - Após preencher a tabela 1, enumere 5 copos descartáveis e faça os procedimentos a seguir. Misture bem o conteúdo dos copos e descreva o que aconteceu.

Copo 1 - Coloque **20 ml de água** e adicione **10 ml de óleo**.

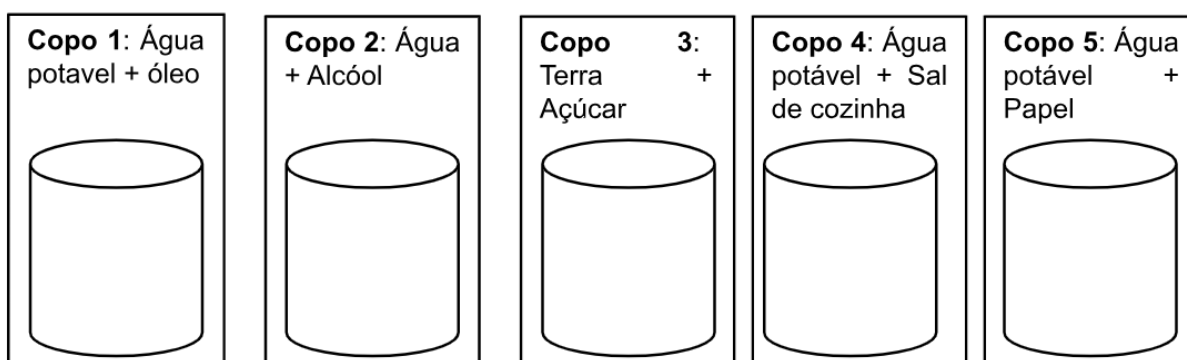
Copo 2 - Coloque **20 ml de água** e adicione **10 ml de álcool**.

Copo 3 - Coloque **50g de terra** e adicione com **20g de açúcar** refinado.

Copo 4 - Coloque **30 ml de água** e adicione **5 g de sal de cozinha**.

Copo 5 - Coloque **40 ml de água** e adicione 1/4 de papel sulfite A4 picado.

3 - Pinte os copos abaixo de acordo com que foi observado.



4 - Analise os materiais que você misturou e preencha a tabela abaixo.

Quadro 2. Classificação dos materiais do experimental com base na composição aparente.

Materiais	Quanto a composição é formada por		Quanto a aparência	
	um único material	por mais de um material	Homogênea	Heterogênea

Copo 1				
Copo 2				
Copo 3				
Copo 4				
Copo 5				

5 - Analise as tabelas 1 e 2 e responda:

5.1 De acordo com a aparência do material, homogênea ou heterogênea:

- a) O que podemos afirmar sobre os materiais que são compostos por mais de um material?
- b) O que podemos afirmar sobre os materiais que são compostos por um único material?

6 - Imagine que os copos do experimento anterior fossem entregues a outra turma que ainda não teve esta aula. Vocês acham que eles saberiam quais materiais foram colocados em cada copo? Explique.

7 - Observe e analise novamente os materiais que o seu grupo organizou na questão 2 da tarefa 01 e preencha o quadro abaixo como se pede.

Quadro 3: Classificação dos materiais da tarefa 01 com base na composição aparente

Composição	
Formado por um único material	Formado por mais de um material

8 - Com base nas ações realizadas até aqui, responda:

- a) O que você conclui sobre a análise da composição dos materiais por meio da observação da aparência?
- b) Faça uma representação (usando bolinhas, triângulos, números etc.) de um sistema composto por um único tipo de material e outra para um sistema composto por mais de um material.

Tarefa 03. Análise da propaganda “A verdade é como a água, é pura” e separação dos materiais do experimento da tarefa 02

Objetivo: 1 - Compreender o conceito de pureza no contexto da química. 2 - Estudar alguns métodos de separação de mistura.

Generalizações previstas: Uma mistura é um material composto por duas ou mais substâncias. Quanto ao seu aspecto visual, as misturas podem ser classificadas em homogêneas (quando só é possível ver uma fase na sua composição) e heterogênea (quando vemos mais de uma fase). Existem vários métodos de separação de misturas. A escolha do método dependerá das propriedades dos materiais que compõem a mistura.

1 - Depois de retomar o que foi discutido na tarefa 02, o professor apresenta as seguintes perguntas:

- a) *Quando alguém fala que algo é puro, o que isso significa para você?*
- b) *E quando alguém fala que algo é impuro?*
- c) *Agora pense e responda às questões anteriores com base no que já estudamos sobre a composição dos materiais.*

Figura 1: Propaganda sobre a marca de água Pura. Disponível em:



Fonte: <https://marcasemaccao.com/angola-pura-mostra-que-a-verdade-e-como-a-agua/>. Acesso em 23 de janeiro de 2021.

2 - Após a discussão, e o registro das primeiras ideias dos escolares, o professor mostra a propagando acima, certificando-se que todos a entendam, e pergunta:

a) *Quando alguém fala que a água é pura, o que isso significa?*

b) *Agora pense e responda à questão anterior com base no que já estudamos sobre a composição dos materiais.*

O professor passa dois vídeos para subsidiar a discussão sobre o conceito de pureza química: um sobre o **tratamento da água** (que não significa purificá-la no sentido químico) e outro sobre a **obtenção do alumínio** (processo que se aproxima da purificação na química).

3 - Após a discussão, os escolares precisam compreender que um material é considerado puro quando é formado só por ele mesmo, e que purificar um material significa separá-lo dos demais. Nesse sentido, o critério de pureza, no caso da química, está relacionado à presença de um único material na sua composição, sendo um critério fundamental para se caracterizar uma **substância química**.

O professor constrói com os escolares a primeira generalização teórica sobre o conceito de substância química.

*“No sentido químico, um material é considerado puro quando só é composto dele mesmo, ou seja, sem estar misturado com outro material. Esse material puro recebe o nome de **substância química**”*

4 - Após a formulação da generalização anterior, o professor distribui as misturas da tarefa 02 e pede para que os escolares proponham métodos para separá-las.

5 - Dado um período para que os escolares proponham os seus métodos de separação, o professor entrega o texto 1 “Métodos de separação de mistura”.

6 - Após a leitura e discussão do texto, o professor pede que os escolares voltem a analisar os métodos que eles propuseram.

7 - Responda as questões a seguir:

- a) Observe e analise novamente os materiais que o seu grupo organizou na questão 2 da tarefa 01 e preencha o quadro abaixo como se pede.

Quadro 4: Classificação dos materiais da questão 2 da tarefa 01 em substâncias e misturas de substâncias.

Substâncias	Misturas de substâncias

- b) Você teve dificuldade em classificar algum material como puro ou impuro? Explique.
- c) Você pode garantir que o material classificado como puro não é uma mistura? Explique.
- d) Escolha um material que você classificou como puro e outro que você classificou como impuro e faça uma representação (usando bolinhas, triângulos, quadrados, números, um desenho etc.) dos componentes de cada um deles.
- e) Como garantir que um material é puro? ou seja, que estamos falando de uma substância química e não de uma mistura de substâncias?

Tarefa 04: Leitura e discussão do texto “Substâncias e misturas” e realização de demonstrações experimentais

Objetivos: 1 - Compreender que é possível caracterizar uma substância por meio de suas propriedades físicas. 2 - Permitir que os escolares percebam as diferenças no comportamento de substâncias puras e misturas quanto ao ponto de ebulição e a densidade.

1 - O professor retoma a questão da tarefa anterior:

a) *Você pode garantir que um material classificado como puro não é uma mistura? ou seja, como saber se um material é uma substância pura?*

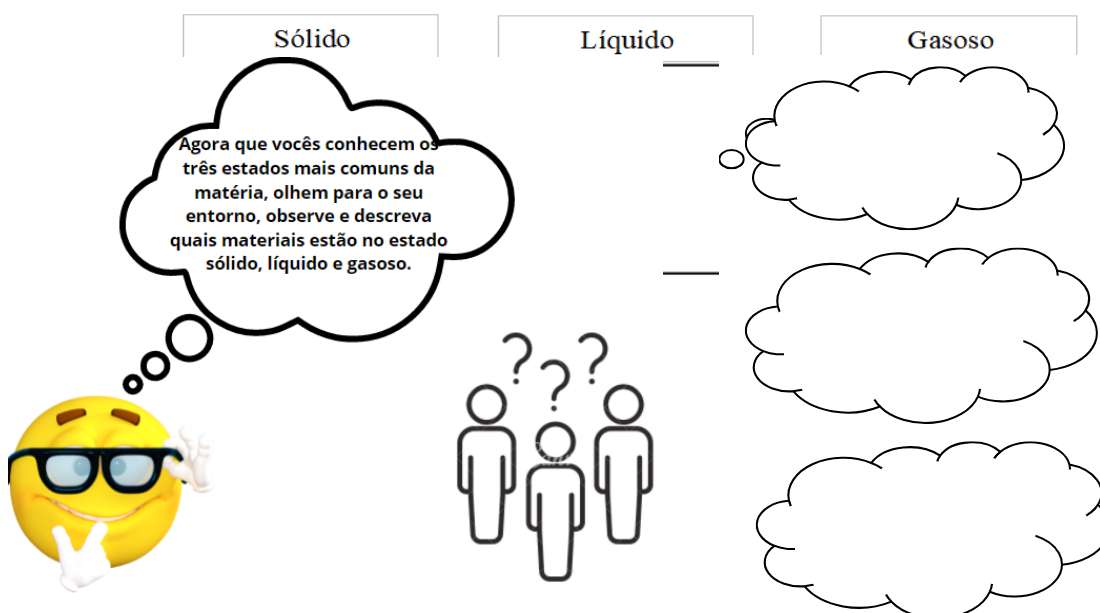
2 - Em seguida entregar o texto “Substâncias e misturas”.

Substâncias e misturas

Você já parou para observar o mundo (natureza) a sua volta? Olhe por um instante a lousa, o giz, as cadeiras, as paredes, as plantas da escola, o teto da sala de aula, as roupas que vocês vestem, a merenda que comem. Percebe a diversidade de formas, texturas, propriedades que elas possuem? Pensem naquela planta perfumada que você gosta, no café da manhã saboroso, no almoço de domingo, no cheiro de manga madura, na merenda da escola, nas cores das plantas. É muita diversidade, não é mesmo?

Durante a nossa jornada de estudo, realizamos um conjunto de atividades para compreendermos que os materiais, ou seja, tudo que está a nossa volta, pode ser encontrado na forma de substância pura (sistema formado por um único material) ou como mistura de substâncias. Quando olhamos para a diversidade das coisas que nos rodeiam (animais, plantas, objetos criados pelos ser humano, o ar que respiramos, a água dos rios e lagos entre outros) é possível concluir que os materiais estão presentes na nossa vida mais na forma de **mistura** do que de **substâncias puras**.

Vamos deixar de lado outras propriedades da matéria, tais como cor, cheiro, sabor, brilho entre outras, e nos determos a forma como os materiais, em geral, podem assumir. A essa propriedade damos o nome de **estados da matéria**. Os três **estados da matéria** mais comuns são **sólido**, **líquido** e **gasoso**. Um material no estado sólido possui forma e volume definidos e não flui. Isso significa que independente do lugar onde o sólido esteja, sua forma e volume serão os mesmos. Um líquido é uma forma fluída da matéria e que toma a forma do recipiente onde é colocado. Um gás é uma forma fluída da matéria que ocupa todo o recipiente que o contém.



Refleta sobre a composição e o comportamento de um material que está no estado sólido, líquido e gasoso. Agora imagine que você pudesse ver os materiais por meio de um **microscópio** superpotente, como você acha que estaria disposto os componentes de um material nos três estados da matéria? Faça a representação nos recipientes abaixo:

Assim como as **misturas** (material formado por duas ou mais substâncias puras), as substâncias puras possuem **propriedades físicas** bem definidas e constantes, tais como **densidade**, **solubilidade**, **ponto de fusão** (temperatura na qual uma substância passa do estado sólido ao estado líquido) e **ebulição** (temperatura na qual uma substância passa do estado líquido ao estado gasoso). *Mais o que diferencia substância pura de mistura, em termos de propriedades físicas, é a maneira como a temperatura se comporta durante as **mudanças de fase** (passagem de um estado físico da*

matéria para outro): *substâncias puras mudam de fase com temperatura constante, misturas mudam de fase com temperatura variável.*

Com base nisso, vamos pensar e propor uma forma de representar o comportamento das substâncias puras e das misturas em termos de temperatura e mudanças de fase.

Agora vamos analisar o seguinte problema:

Problema 1. *Maria e Roberto estão casados há 40 anos. Os dois adoram cozinhar juntos, principalmente agora após a aposentadoria de Roberto. Passando mais tempo juntos na cozinha, os dois iniciaram uma velha discussão a respeito do hábito que Maria tem de baixar o fogo do fogão quando ela percebe que a água que está cozinhando o cuscuz começa a ferver. Roberto alega que Maria está atrasando o momento da refeição com essa atitude, pois baixando o fogo a comida demora a cozinhar. Já Maria fala que está economizando o gás, pois não muda o tempo de cozimento após a água começar a ferver.*

Experimento 1: Ponto de ebulição

Materiais:

- 50 ml de água destilada.
- 50 ml de água com 12 g de sal de cozinha
- Dois béqueres.
- Dois termômetros.
- Dois aquecedores.

Procedimento: 1ª parte

- Colocar 50 ml de água destilada em um béquer.
- Aquecer até a ebulição.
- Anotar a temperatura da água a cada 2 minutos e três minutos após a ebulição.
- Preencher a tabela abaixo, anotando a temperatura da água a cada minuto.

TEMPO	Temperatura da água destilada
1 minuto	
2 minutos	
3 minutos	
4 minutos	

5 minutos	
6 minutos	
7 minutos	

Responder às seguintes questões:

1. Qual o comportamento da temperatura da água destilada antes de entrar em ebulição?
2. Qual o comportamento da temperatura da água destilada ao entrar em ebulição?
3. Com auxílio do professor, utilize os dados da tabela acima e monte o gráfico abaixo, identificando as regiões relativas à temperatura de ebulição da água, bem como os estados físicos presentes antes e depois da água destilada entrar em ebulição.

Procedimento: 2ª parte

- Colocar 50 ml de água destilada em um béquer
- Adicionar 12g de sal de cozinha e misturar bem.
- Aquecer até a ebulição.
- Anotar a temperatura da água a cada 2 minutos e três minutos após a ebulição.
- Preencher a tabela abaixo, anotando a temperatura da água a cada minuto.

TEMPO	Temperatura da água salgada
1 minuto	
2 minutos	
3 minutos	
4 minutos	
5 minutos	
6 minutos	
7 minutos	

Responder às seguintes questões:

1. Qual o comportamento da temperatura da água salgada antes de entrar em ebulição? Permaneceu constante, aumentou ou diminuiu?
2. Qual o comportamento da temperatura da água salgada ao entrar em ebulição? Permaneceu constante, aumentou ou diminuiu?
0. Com auxílio do professor, utilize os dados da tabela acima e monte o gráfico abaixo, identificando as regiões relativas à temperatura de ebulição

da água, bem como os estados físicos presentes antes e depois da água salgada entrar em ebulição.

0. Com base nos experimentos que realizamos e nas informações das tabelas e gráficos, quem você acha que está correto: Maria ou Roberto? Explique.

Tarefa 05. Assistir ao vídeo “Mundos invisíveis: o alfabeto da matéria” e leitura e discussão do texto “Constituição microscópica da matéria”

Objetivo: 1- compreender a constituição da matéria do ponto de vista da sua composição microscópica. 2- Entender que quanto aos tipos de substâncias, elas podem ser simples ou compostas. 2- Compreender que a composição constante se refere ao principal constituinte de uma substância que está em equilíbrio químico. 2- Aprender que a representação das substâncias é feita por meio de uma fórmula química.

1- Após a discussão sobre o vídeo, entregar a tabela periódica aos escolares, discuti-la, e começar a leitura do texto:

Texto 2: constituição microscópica da matéria

A pergunta que podemos fazer neste momento da nossa jornada de estudo é a seguinte: *do que é feito as coisas do mundo?*

Analisando mais intimamente a matéria, podemos dizer que ela é formada por partículas extremamente pequenas, as quais não podemos observar a olho nu nem em microscópios, as quais são denominados átomos. **Átomo** é uma palavra de origem grega (a= não; tomos = partes), que apresenta o significado de indivisível e forma toda e qualquer tipo de matéria. Entretanto, o átomo é ainda formado por outras partículas, bem menores, sendo as fundamentais conhecidas por: **prótons** (apresenta carga elétrica positiva e massa), **nêutrons** (apresenta neutralidade elétrica e massa) e **elétrons** (apresenta carga elétrica negativa e sua massa é tão pequena que nem chega a ser considerada). Como o átomo não pode ser visto, são elaborados modelos (modos de representação) para estudá-los. Nos modelos mais utilizados, o átomo apresenta duas regiões, o núcleo (onde se encontram os prótons e os nêutrons e é onde se tem massa) e a eletrosfera (onde se encontram os elétrons e não apresenta

massa). Existem diferentes tipos de átomos, alguns de ocorrência natural e outros sintetizados. Quando átomos de um mesmo tipo se unem, formam um conjunto que passa a ser denominado de **elemento químico** (olhar a tabela periódica), ou seja, átomo é uma unidade e elemento químico é o conjunto dos átomos de um mesmo tipo. Quando os elementos químicos se unem, sendo da mesma espécie ou diferentes, eles formam as **moléculas**. Os elementos químicos e as moléculas são representados por **símbolos** e **fórmulas** (representação gráfica e abreviada), respectivamente.

As moléculas unidas formam as substâncias químicas. Se a substância química apresenta moléculas formadas por uma única espécie de elemento químico, ela é chamada de **substância simples**. Por exemplo, o gás oxigênio é formado pelo elemento químico oxigênio, representado na fórmula molecular por O_2 . Se a substância química apresenta moléculas formadas por diferentes elementos químicos, ela é chamada de **substância composta**. Por exemplo, a água é formada pelos elementos químicos hidrogênio e oxigênio, representada na fórmula molecular H_2O .

Mistura é uma junção de diferentes substâncias puras, apresentando propriedades variáveis e podem ser separadas por processos físicos ou mecânicos. Pode apresentar apenas uma fase (sistema monofásico), nesse caso, sendo consideradas **misturas homogêneas**, também chamadas sistemas homogêneos ou soluções (constituídas por soluto (o que é dissolvido no solvente) e solvente (o que dissolve o soluto)) ou **misturas heterogêneas** (também denominadas sistemas heterogêneos), apresentando fases visíveis ou não a olho nu. Dependendo do número de fases o sistema heterogêneo pode ser classificado em bifásico, trifásico etc., ou polifásico (poli = muitos).

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. Bookman Editora, 2018.

GONÇALVES, Daniele. Unidade didática aulas experimentais na EJA - percebendo o mundo através da química. Ponta Grossa: SEED - PDE, 2014.

1 - Com base nas informações do texto anterior, e das aulas que já tivemos, volte a analisar a tabela elaborada pelo químico na tarefa 01. O que você conclui sobre a organização dos materiais feita por ele?

Neste ponto do experimento didático-formativo os escolares deverão ser capazes de compreender a classificação dos materiais feita pelo químico na tarefa 01.

2 - O professor pode voltar à questão 02 da tarefa 01, para que os escolares classifiquem os seus materiais em substâncias (simples e composta) e misturas (homogêneas e heterogêneas), de duas formas possíveis (a depender do contexto, da disponibilidade de equipamentos e do desenvolvimento da turma):

Opção 1) Realizar pesquisa na internet (usando celulares) sobre a composição química dos materiais que cada grupo listou.

Opção 2) Entregar pequenos textos (exemplo abaixo) com as informações necessárias para que os escolares possam diferenciar os seus materiais em substâncias simples e compostas, misturas homogêneas e heterogêneas.

Texto 1. A composição química da água sanitária

A composição química da água sanitária é basicamente uma solução aquosa (H_2O) de hipoclorito de sódio ($NaClO$). A solução de hipoclorito de sódio é levemente amarelo-esverdeada e com cheiro característico.

Adaptado de. <http://www.quimica.ufpr.br/paginas/lpq/a-quimica-da-agua-sanitaria>

3 - Formulação da explicação teórica para a situação proposta, chegando na relação geral para o conceito de substância.

2ª Ação - Construção do modelo da relação universal presente no objeto Substância na forma de enunciado, utilizando desenhos ou esquemas gráficos

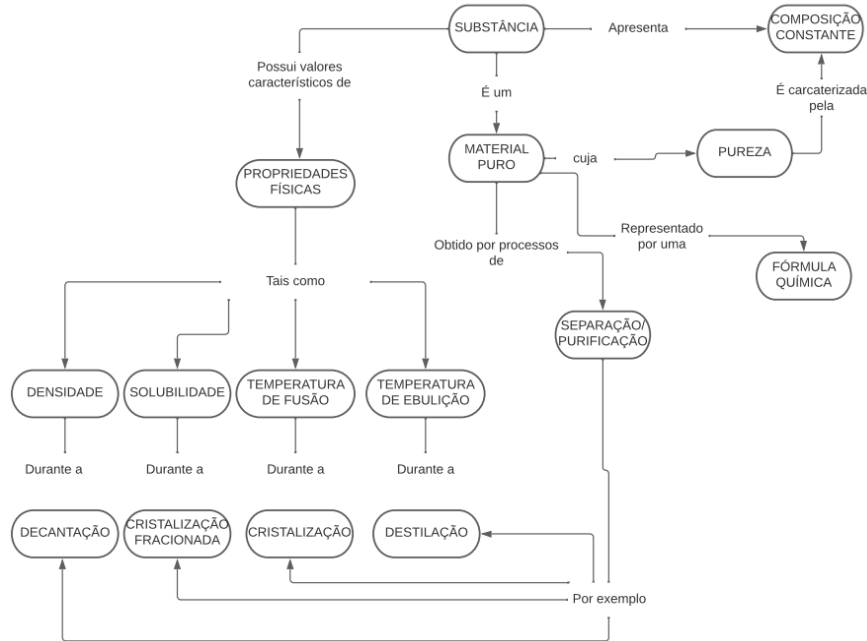
Tarefa 06: Elaboração do modelo da relação universal do conceito de substância

Os grupos devem elaborar um modelo que expresse a relação geral do conceito de substância utilizando enunciados, esquemas gráficos ou desenhos. É importante que cada grupo explique o seu modelo para que todos possam contribuir para possíveis alterações, possibilitando que se chegue a um modelo único que reflita corretamente a relação geral para o conceito de substância.

Modelo na forma de enunciado:

"Substância química é um material puro que apresenta composição constante em transições de fase e propriedades físicas (tais como ponto de fusão e ebulição) com valores característicos sob condições específicas, cuja representação é feita por sua fórmula química"

3ª Ação - Transformação do modelo da relação geral do objeto Substância para estudar suas propriedades de forma integral



4ª Ação - Solução de tarefas particulares que podem ser resolvidas utilizando-se a relação geral presente no objeto Substância.

Questão 1) Há muito tempo a humanidade busca entender do que é formada a matéria (tudo o que existe no universo) e quais os mecanismos de sua transformação. E você, já parou para pensar no que as coisas do mundo são feitas? Pense em todo o material que forma o universo e proponha uma explicação sobre a sua constituição.

Questão 2) Observe a propaganda de refrigerante abaixo e escreva verdadeiro ou falso para as afirmações ao lado. Justifique as suas respostas.

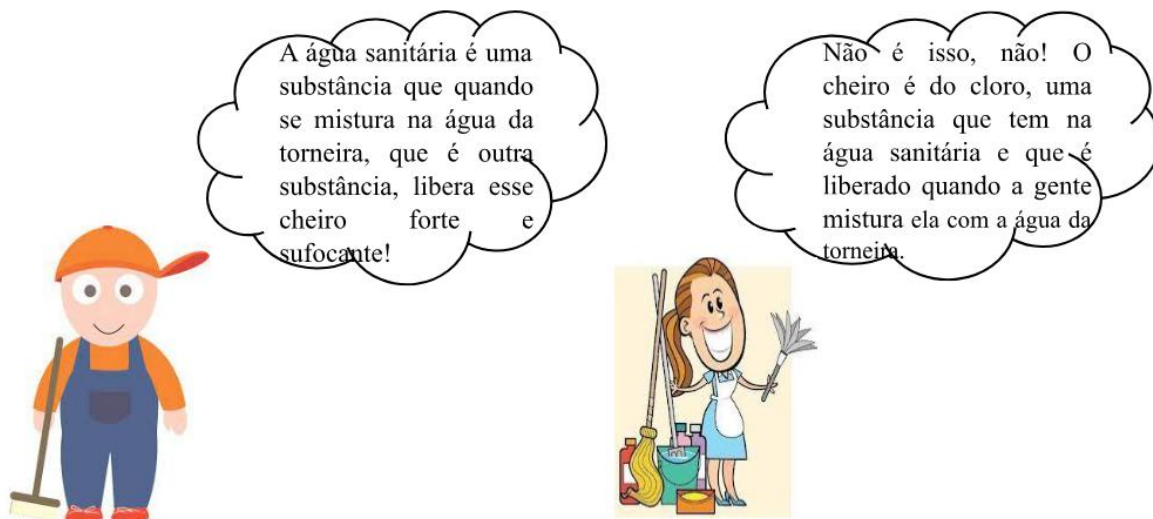
a) () A palavra Pureza indica que o refrigerante é puro no sentido estabelecido pela química.

b) () O refrigerante, por ser considerado puro, é uma substância química.



c) (_____) A palavra Pureza no refrigerante não tem relação com o significado de Pureza química.

Questão 3) João tem 30 anos e é casado com Maria Francisca, que tem 31 anos. Na casa deles não tem essa de “a mulher limpa a casa e o marido trabalha”, os dois são responsáveis pela limpeza da casa; enquanto um arruma uma parte, o outro cuida da outra, e assim os dois dão conta da faxina. Nisso já estão entendidos! Porém, o casal está em desacordo com outra questão: por que sobe um cheiro sufocante e que irrita os olhos quando lavamos o banheiro com água sanitária? João tem uma explicação para isso, e Maria tem outra:



Com base nos argumentos do casal e nos seus conhecimentos sobre o assunto, responda:

a) João está correto? Explique.

b) Maria Francisca está correta? Explique.

Questão 4) Analise os materiais abaixo de acordo com o grau de pureza química. Em seguida, marque A para os menos puros e B para os mais puros. Posteriormente, explique as suas escolhas.



Sabão em pó

Sabão de
cocoÁlcool
etílico
hidratadoVitamina C
com Zinco

Acerola



Cimento



Pimentão

Água
potávelFios de
cobre

Questão 5) Maria Francisca e João estão discutindo a respeito do tempo de cozimento do feijão na panela de pressão. Segundo João, Maria está atrasando o almoço com a atitude dela. Toda vez que a panela começa a pegar pressão, Maria abaixa o fogo, pois segundo ela, além de não interferir no tempo de cozimento, ainda está economizando o gás. João fica aborrecido, pois, segundo ele, apesar de haver economia do gás, o tempo de cozimento do feijão é maior com o fogo mais baixo. Com base nos seus conhecimentos, resolva o problema do casal, argumentando quem está correto, se Maria ou João.

Questão 6) Leia a frase abaixo e responda se você concorda com ela. Explique os seus motivos.

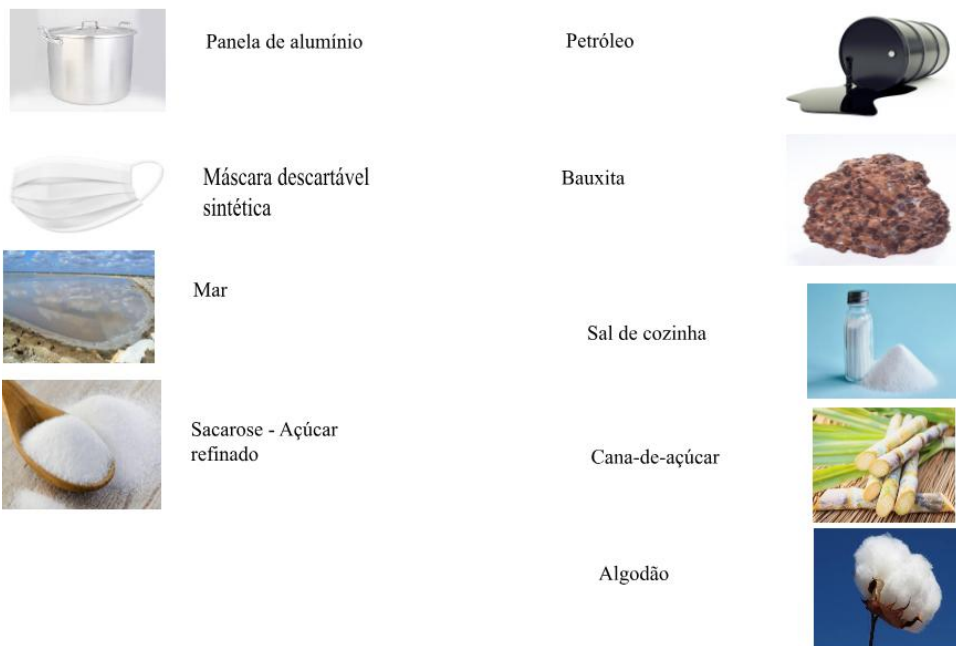
“Substância química é algo perigoso a nossa saúde”

Questão 7) Responda à questão a seguir:

Se a água do mar é salgada, e a maior parte da água da chuva que cai nos continentes vem do mar, por que a chuva não é salgada?

Questão 8) Imagine a seguinte situação. Você está preparando o café e acaba colocando sal na água ao invés de açúcar. Proponha uma maneira de separar o sal da água sem que ninguém perceba o que aconteceu. Explique por que o seu método funcionará.

Questão 09) Observe os materiais abaixo e escreva quais deles são **substâncias** e quais são **misturas de substâncias**. Em seguida, faça uma seta indicando a relação de origem entre os materiais.



5ª Ação - Controle da realização das ações anteriores

6ª - Avaliação da assimilação do procedimento geral como resultado da solução da tarefa de estudo.

Durante a sexta ação de estudo, os estudantes tiveram que responder mais algumas questões que envolvia o conceito de substância química.

Questão 1) Leia o diálogo entre Joana e Maria apresentado a seguir:

----- Eu não uso mais esses produtos cheios de substâncias químicas, pois fazem muito mal a nossa saúde.

----- É mesmo, Maria?

----- Sim, Joana! Eu não uso mais detergente, amaciante, sabão em pó, alvejante, lipa alumínio... Além do mais, não como produtos industrializados, pois é tudo cheio de substância química...

----- Mulher, e agora, como você faz para lavar o banheiro, limpar a louça e tomar banho? E bebe o que no almoço?

----- Eu só uso produtos naturais que não tem substância química!

----- Eita, Maria, eu também vou fazer isso, viu! Eu que não vou ficar pegando e nem bebendo substância química...

Imagine que Joana chegou até você contando o que Maria disse a ela. Escreva o que você diria a Joana.

Questão 2- Analise os sistemas materiais abaixo e responda o que se pede:

a) Quais dos sistemas materiais são puros e quais são impuros?

b) Supondo que você não soubesse quais materiais foram colocados nos recipientes, e baseando-se somente na aparência, indique aqueles sistemas que seriam substâncias químicas e os que seriam misturas de substâncias.

Questão 4) A gasolina é um composto orgânico que se apresenta no estado líquido à temperatura ambiente. Sua coloração depende do tipo de material que é misturado a ela para ser revendida no posto de gasolina. De maneira geral, é um líquido incolor ou amarelado, com um ponto de ebulição que pode chegar a 135 °C (a água entra em ebulição a 100 °C). Trata-se de um líquido obtido a partir de um importante mistura denominada petróleo (formada por várias substâncias como: diesel, querosene, gasolina, massa asfáltica etc.). A gasolina é separada dessa mistura através de um processo chamado destilação fracionada.

Com base nas informações anteriores, represente a composição do petróleo e o processo de separação da gasolina.

ANEXO 2 - Questionário socioeconômico dos escolares

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA (UESB)
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Formação de Professores

Título da pesquisa: A FORMAÇÃO DO PENSAMENTO TEÓRICO NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS EM AULAS DE CIÊNCIAS: UMA INTERVENÇÃO NA PERSPECTIVA DA TEORIA DA ATIVIDADE DE ESTUDO - SISTEMA DIDÁTICO ELKONIN-DAVYDOV

Querido (a) estudante, este questionário tem como objetivo levantar indicadores que me possibilitem enquanto pesquisador traçar o perfil sociocultural desta instituição de ensino em relação à turma pesquisada. Não é preciso se identificar.

Obrigada pela colaboração

01) Sexo: Feminino Masculino

02) Idade: _____ anos

03) Cor ou raça:

amarelo(a) branco(a) indígena pardo(a) negro(a)

04) Cursa o Ensino Fundamental:

Pela primeira vez Repetente Bi repetente

05) Reside com:

Mãe e pai Somente mãe Somente pai filhos e esposa/marido filhos Outros.

06) Grau de instrução: Mãe

Não alfabetizada Alfabetizada Ensino Fundamental Incompleto. Ensino Fundamental Completo Ensino Médio Incompleto. Ensino Médio Completo Ensino Superior Incompleto Ensino Superior Completo

Pai :

Não alfabetizado Alfabetizado Ensino Fundamental Incompleto. Até que série? _____ Ensino Fundamental Completo Ensino Médio Incompleto. Até que série? _____ Ensino Médio Completo Ensino Superior Incompleto Ensino Superior Completo

Outro responsável.

Não alfabetizado Alfabetizado Ensino Fundamental Incompleto. Até que série? _____ Ensino Fundamental Completo Ensino Médio Incompleto. Até que série? _____ Ensino Médio Completo Ensino Superior Incompleto Ensino Superior Completo

07) Tipo de moradia de sua família:

Própria Alugada Financiada Cedida

08) Número de pessoas que moram em sua casa: _____

09) Ocupação/profissão dos responsáveis por você:

Mãe: _____ Está trabalhando? Sim Não

Pai: _____ Está trabalhando? Sim Não

Outro responsável: _____ Está trabalhando? Sim Não

10) Recebe algum tipo de auxílio do governo (bolsa escola, bolsa família, etc.):

Sim Não Já recebeu

11) Você vem para o colégio:

A pé De bicicleta De ônibus Transporte escolar municipal De automóvel Moto-táxi Transporte próprio. Qual? _____

12) Tem irmãos mais velhos?

Não Sim. Quantos? _____

13) Em qual local de sua casa você costuma estudar?

14) Conversa com seus responsáveis sobre o que ocorre nas aulas:

Sempre Nunca Às vezes

15) Você considera sua relação com seu/sua professor(a) de Ciências:

muito amistosa amistosa pouco amistosa não amistosa

16) Você considera sua relação com seu/sua(s) colega(s) de classe de forma geral:

muito amistosa amistosa pouco amistosa não amistosa

17) Você estuda em casa: Sempre Nunca Apenas nas vésperas das avaliações

18) Em relação às tarefas de casa você:

Nunca resolve em casa Sempre resolve em casa Às vezes resolve em casa

19) Você recebe ajuda nas tarefas de casa do(a):

Não recebe. Sim. 20) Neste caso, você recebe de quem? Irmão/irmã Pai Mãe Outro. Quem? _____

21) Em Ciências, quais os tipos de tarefas que você mais gosta de fazer? (pode assinalar mais de uma alternativa, agora siga a prioridade 1 para a primeira opção, 2 para a segunda opção e assim sucessivamente):

Nenhum tipo Em grupo Experimentais Individuais Do tipo ENEM, vestibular Da internet Do livro didático Outros.

Quais? _____

22) Você classifica seu desempenho escolar em:
() Péssimo () Ruim () Bom () Ótimo () Excelente

23) Você pretende fazer a prova do ENEM ou vestibular: () Sim () Não

24) Ao concluir o Ensino Médio você pretende:

() Parar de estudar () Fazer um curso profissionalizante () Ainda não decidi ()
Fazer um curso universitário.

25) O que motiva você a estar na escola?

25) Você mora na cidade de Arapiraca?

() Sim () Não.

Se a resposta for não, escreva onde você mora:

26) Escreva todas as atividades de trabalho que você já realizou?

27) Você tem celular?

() Sim () Não.

28) Você tem internet em casa?

() Sim () Não.

ANEXO 3 - Autorização para coleta de dados

AUTORIZAÇÃO PARA COLETA DE DADOS

(Modelo aprovado em reunião plenária do Comitê de Ética em Pesquisa da UESB em 14/02/2020)

Eu, _____, ocupante do cargo de _____ do(a) _____, **AUTORIZO** a coleta de dados do projeto de pesquisa intitulado _____, dos pesquisadores _____ após a aprovação do referido projeto pelo CEP/UESB.

Em tempo, asseguro dispormos da infraestrutura e dos recursos necessários para viabilizar a execução do procedimento, conforme explicitado no projeto, em atendimento à alínea “h” do ponto 3.3, e do ítem 17 do ponto 3.4.1, ambos do título 3 da Norma Operacional CNS nº 001/2013.

LOCAL, *Clique aqui para inserir uma data*

ANEXO 4 - Termo de autorização para uso e imagens e depoimentos

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE IMAGENS E DEPOIMENTOS

(Modelo aprovado em reunião plenária do Comitê de Ética em Pesquisa da UESB em 14/02/2020)

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

TÍTULO DA PESQUISA:	
PESQUISADOR RESPONSÁVEL:	

Estando ciente, esclarecido e assegurado quanto:

- aos objetivos, procedimentos, riscos e benefícios referentes ao estudo acima apontado, tal como consta nos Termos de Consentimento e/ou Assentimento Livre e Esclarecido (TCLE e/ou TALE);
- a inexistência de custos ou vantagens financeiras a quaisquer das partes envolvidas na pesquisa;
- o cumprimento das normas pertinentes, leia-se, Resoluções 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde; Estatuto da Criança e do Adolescente - ECA (Lei N.º 8.069/ 1990), Estatuto do Idoso (Lei N.º 10.741/2003) e Estatuto das Pessoas com Deficiência (Decreto N.º 3.298/1999, alterado pelo Decreto N.º 5.296/2004),

AUTORIZO, através do presente documento, **e CONSINTO COM A UTILIZAÇÃO**, em favor dos membros e assistentes da pesquisa acima indicada, apenas para fins de estudos científicos (livros, artigos, slides e transparências), a captura e utilização de fotos e de de gravações (sons e imagens)

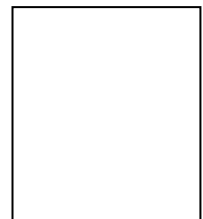
da minha pessoa

do indivíduo pelo qual sou responsável

LOCAL, Clique aqui para inserir uma data.

Assinatura do(a) participante (e/ou do seu responsável)

Assinatura do(a) pesquisador



Impressão Digital
(se for o caso)