

UEM

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: EDUCAÇÃO**

JULIANE CRISTINA ZOCOLER

**O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E A FORMAÇÃO DA
CONCEPÇÃO DE MUNDO: CONTRIBUIÇÕES DA PSICOLOGIA
HISTÓRICO-CULTURAL**

JULIANE CRISTINA ZOCOLER

MARINGÁ

2019

2019

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: EDUCAÇÃO**

**O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E A FORMAÇÃO DA
CONCEPÇÃO DE MUNDO: CONTRIBUIÇÕES DA PSICOLOGIA
HISTÓRICO-CULTURAL**

JULIANE CRISTINA ZOCOLER

**MARINGÁ
2019**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: EDUCAÇÃO**

**O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E A FORMAÇÃO DA CONCEPÇÃO
DE MUNDO: CONTRIBUIÇÕES DA PSICOLOGIA HISTÓRICO-CULTURAL**

Dissertação apresentada por JULIANE CRISTINA ZOCOLER, ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Maringá, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação.

Área de Concentração: EDUCAÇÃO.

Orientador(a):

Prof(a). Dr(a).: MARTA SUELI DE FARIA SFORNI

**MARINGÁ
2019**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR, Brasil)

Zocoler, Juliane Cristina
284e O ensino de ciências da natureza e a formação da concepção de mundo : contribuições da psicologia histórico-cultural / Juliane Cristina Zocoler. -- Maringá, PR, 2019.
218 f.: il. color.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Marta Sueli de Faria Sforzi.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-Graduação em Educação, 2019.

1. Ensino de ciências. 2. Psicologia histórico-cultural. 3. Didática. I. Sforzi, Marta Sueli de Faria, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Programa de Pós-Graduação em Educação. III. Título.

CDD 23.ed. 372.35

JULIANE CRISTINA ZOCOLER

**O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E A FORMAÇÃO DA CONCEPÇÃO
DE MUNDO: CONTRIBUIÇÕES DA PSICOLOGIA HISTÓRICO-CULTURAL**

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Marta Sueli de Faria Sforzi (Orientadora) – UEM

Prof.^a Dr.^a Lígia Márcia Martins – UNESP - Araraquara

Prof.^a Dr.^a Maria Terezinha Bellanda Galuch – UEM

Data de Aprovação: 22 de Abril de 2019

Dedico este trabalho a minha família, Osvaldo, Edna e Marcos, pelos ensinamentos e exemplo de vida.

A todos os meus professores, desde a escolarização básica, por seu trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais que estiveram ao meu lado em todos os momentos, ensinando-me e incentivando-me a prosseguir.

À Prof.^a Dr.^a Marta Sueli de Faria Sforzi, por compartilhar seus conhecimentos, pela paciência e pelo profissionalismo com que me orientou na elaboração desta pesquisa. Por ser minha fonte de inspiração na prática pedagógica e de pesquisa. Agradeço pela confiança em meu trabalho.

Às professoras convidadas para a Banca Examinadora, Prof.^a Dr.^a Dalva Helena de Medeiros, Prof.^a Dr.^a Maria Terezinha Bellanda Galuch e Prof.^a Dr.^a Lígia Márcia Martins, pelo tempo dedicado à leitura e pelas contribuições tão significativas para o desenvolvimento desta pesquisa.

À Prof.^a Dr.^a Maria Terezinha Bellanda Galuch, pelas valiosas aulas que contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. Sinto saudade daquelas tardes.

À Prof.^a Dr.^a Natália Cristina de Oliveira que me acolheu em Maringá. Foi imprescindível contar com o seu apoio.

Aos integrantes do GEPAE, interlocutores que colaboraram com ideias, conhecimentos e incentivo.

Aos meus alunos que se dispuseram a contribuir para a realização deste trabalho.

À direção da escola pela compreensão demonstrada na organização do meu horário de trabalho e nas minhas ausências necessárias para cumprir as exigências do programa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação (PPE) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), especialmente ao secretário Hugo, pelas informações e orientações prestadas sempre com muita gentileza.

É preferível “pensar” sem disto ter consciência crítica, de uma maneira desagregada e ocasional, isto é, “participar” de uma concepção de mundo “imposta” mecanicamente pelo ambiente externo, ou seja, por um dos vários grupos sociais nos quais todos estão automaticamente envolvidos desde a sua entrada no mundo consciente [...] ou é preferível elaborar a própria concepção de mundo de uma maneira crítica e consciente e, portanto, em ligação com este trabalho do próprio cérebro, escolher a própria esfera de atividade, participar ativamente na produção da história do mundo, ser o guia de si mesmo e não aceitar do exterior, passiva e servilmente, a marca da própria personalidade? (GRAMSCI, 1995, p. 12).

ZOCOLER, Juliane Cristina. **O ENSINO DE CIÊNCIAS E A FORMAÇÃO DA CONCEPÇÃO DE MUNDO: CONTRIBUIÇÕES DA PSICOLOGIA HISTÓRICO-CULTURAL**. 218 f.). Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Maringá. Orientador: (Marta Sueli de Faria Sforzi). Maringá, 2019.

RESUMO

Ao se relacionar com os objetos e os fenômenos da realidade, o indivíduo forma uma concepção de mundo. Tal concepção pode ser desarticulada e incoerente ou ser gestada com base em um pensamento teórico, sendo, portanto, representativa das formas mais complexas do pensamento humano. Segundo a psicologia histórico-cultural, o psiquismo humano se desenvolve por meio da apropriação da cultura, o que implica a necessidade de uma educação escolar que transmita os conteúdos historicamente produzidos às novas gerações. No entanto, não é qualquer forma de ensino que garante o desenvolvimento psíquico: é preciso que as ações educativas sejam realizadas intencionalmente com esse fim. Considerando tal necessidade, optamos por realizar uma pesquisa bibliográfica, documental e experimental, cujo objetivo é analisar como o ensino de Ciências de Natureza pode contribuir para o desenvolvimento do psiquismo e de uma concepção de mundo materialista, histórico-dialética nos adolescentes escolares – aqui chamada de concepção de mundo para si. Em termos teóricos, procuramos identificar a relação que se estabelece entre apropriação da linguagem e desenvolvimento do psiquismo, analisar o papel dos conceitos científicos na formação do pensamento e verificar a importância da intencionalidade das ações e da criação de motivos para estudo. Com esse embasamento teórico, elaboramos um experimento didático, no qual participaram estudantes do 7º ano do ensino fundamental de uma escola pública. A definição do conteúdo trabalhado no experimento didático atendeu à organização da proposta curricular da instituição que previa o seguinte conteúdo: Os microrganismos e a conservação dos alimentos. Concluímos que o uso de situações-problema, as discussões em grupo, a elaboração de um modo geral de ação e a leitura dialogada de textos científicos favorecem o desenvolvimento do pensamento teórico, possibilitando que as Ciências da Natureza contribuam para o desenvolvimento de uma concepção de mundo para si. Além da introdução e das considerações finais, a exposição do tema está organizada em quatro capítulos: a atual organização do ensino de Ciências da Natureza na atualidade; a concepção de mundo para si; a relação entre o ensino e o desenvolvimento psíquico; o ensino de Ciências da Natureza e a formação da concepção de mundo para si: o experimento didático.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Concepção de Mundo. Psicologia Histórico-Cultural. Didática.

ZOCOLER, Juliane Cristina. **THE TEACHING OF NATURE SCIENCE AND THE FORMATION OF THE WORLD: CONTRIBUTIONS FROM HISTORICAL-CULTURAL**. 218 f. Dissertation (Master in Education) – State University of Maringá. Supervisor: (Marta Sueli de Faria Sforzi). Maringá, 2019.

ABSTRACT

When we relate with objects and phenomenons of the reality, the man creates an conception of the world. Such conception may be disarmed and incoherent or be gestated based on a theoretical thought, being, therefore, representative of the forms more complex relationship of the human thought. Based on a historical-cultural psychology, the human psyche develop through the appropriation of the culture, what implies the necessity of na school education with transmit the contents historically produced to the new generations. Therefore, it is not any form of teaching which ensures the psychic development: it is necessary that the educative actions be made intentionally for the objective. Considering such necessity, we choose to make a bibliographic research, documental and experimental, whose objective is to analyse the way the nature science teaching may contribute for the development of the psyche ando f the materialist world conception, historic dialectic in the school adolescents – here called the world conception to itseff. In theoretical terms, we search for identify the relation which establish between the appropriation of the language and development of the psyche, to anlyze the paper of the scientific concepts in the formation of thought and verify the importance of the intencionality of the actions and the criation of motive for study. With this theoretical background, we have elaborated a didactic experiment, in which participated studentes of the 7 th grade of the fundamental teaching of a public school. The content definition worked on in the didactic experiment attended to the organization of the curriculum of the institution that previewed the following content: microorganisms and the conservation of food. We concluded that the using of problem situations, the discussions in groups, the elaboration of a general way of action and the dialogued reading of texts scientifics help the development of the theoretical thoughts, enabling that the nature sciences contribute for the development of the conception of the world to itself. Besides the introduction and final the considerations, the exposition of the theme is organized in four chapters: the actual organization of the Nature Science teaching nowadays; the conception of the word to itself; the relationship between teaching and the psychic development; the Nature Science teaching and the formation of the world conception to itself: the didactic experiment.

Keywords: Science Teaching. Conception of the World. Historical-Cultural Psychology. Didactic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Indicador da adequação da formação docente dos anos finais do ensino fundamental por disciplina	26
Figura 2	- Modo geral de ação	145
Figura 3	- Carnes salgadas	154
Figura 4	- Registros realizados por Ra e por Dê, respectivamente, durante a explicação do conceito de pressão osmótica	160
Figura 5	- Registros realizados por Ra e por Dê, respectivamente, durante a explicação do conceito de pressão osmótica	160
Figura 6	- Cópia do modo de ação reproduzido pelo estudante Dê	161
Figura 7	- Cultivo de microrganismos	166
Figura 8	- Cópia do modo geral de ação feito pelo estudante Gui	171
Figura 9	- Reprodução do modo geral de ação feito pelo estudante Ca.....	180
Figura10	- Cópia do modelo geral de ação representado pelo estudante Dê.....	182

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	- Conteúdos e habilidades em Ciências para o 3º bimestre do 7º ano do ensino fundamental	31
Quadro 2	- Os microrganismos no mundo.....	157
Quadro 3	- Técnica de cultura	165
Quadro 4	- Crescimento Microbiano.....	184
Quadro 5	- Os microrganismos e a conservação dos alimentos	191

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. A ATUAL ORGANIZAÇÃO DO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA	24
2.1. O desempenho dos nossos estudantes	24
2.2. O currículo de Ciências da Natureza no estado de São Paulo.....	27
2.3. A formação do indivíduo segundo o Relatório Delors	36
2.4. A organização histórica do ensino de ciências.....	41
2.5. A produção flexível e a educação escolar	47
3. A CONCEPÇÃO DE MUNDO PARA SI	58
3.1. A formação do conhecimento sobre a realidade	58
3.2. As objetivações genéricas: do em si ao para si.....	63
3.3. A superação da alienação como condição para a universalidade.....	68
3.4. Concepções de mundo: do senso comum à universalidade	70
4. RELAÇÕES ENTRE O ENSINO E O DESENVOLVIMENTO DO PSIQUISMO	82
4.1. A natureza social do psiquismo humano.....	82
4.2. O uso dos signos e o desenvolvimento das funções psíquicas superiores	88
4.3. O desenvolvimento do pensamento por conceitos.....	91
4.4. Conceitos espontâneos e conceitos científicos: diferenças e condições de formação.	100
4.5. A qualidade da mediação define a qualidade do psiquismo.....	107
4.6. A periodização do desenvolvimento.....	112
5. O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E A FORMAÇÃO DA CONCEPÇÃO DE MUNDO PARA SI: O EXPERIMENTO DIDÁTICO.....	122
5.1. O Experimento Didático como metodologia de análise	125
5.2. A organização do experimento didático	131
5.2.1. Análise do sujeito da aprendizagem.....	131

5.2.2. O conteúdo do ensino	134
5.2.3. Análise da gênese do conceito.....	142
5.2.4. Análise das tarefas de estudo e da mobilização das funções psíquicas ...	145
5.2.5. As ações desenvolvidas no experimento didático	149
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	203
REFERÊNCIAS.....	209

1. INTRODUÇÃO

Em minha trajetória como professora de Ciências da Natureza na educação básica, venho percebendo o esvaziamento de conteúdo científico nos cadernos curriculares¹ e nos livros didáticos, que são os recursos de que dispomos para nossas aulas. Passei então a me questionar sobre o papel da escola na formação dos indivíduos. Fazia-me, dentre outros questionamentos: é essa a formação que devemos oferecer a nossos estudantes? Para que ensinar Ciências da Natureza? Como deveríamos ensinar os conteúdos científicos?

As orientações da Secretaria de Educação do estado de São Paulo para a organização do currículo seguem os postulados de documentos oficiais internacionais, especialmente o Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI – conhecido como Relatório Delors (1996) – elaborado para os países em desenvolvimento.

A ação dos organismos internacionais nesses países marca um novo estágio do modo de produção capitalista. Na história do desenvolvimento das forças produtivas, cada forma de organização da produção teve implicações na vida das pessoas, seja demandando dos trabalhadores novas habilidades e competências seja exigindo mudanças em sua formação e na educação escolar requerida para tal formação. O atual modelo de produção flexível requer do trabalhador capacidade de iniciativa e criatividade para a adaptação a um sistema produtivo e a uma sociedade em acelerado processo de mudança.

Com efeito, a produção flexível exigiu que a escola reformulasse seu currículo e suas práticas pedagógicas. No Brasil, essa reorganização curricular foi influenciada pelo Relatório Delors, cujos postulados serviram para a estruturação de documentos nacionais, como a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) – Lei nº. 9.394/

¹ Em 2008, a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo elaborou um currículo básico para as escolas estaduais de ensino fundamental (ciclo II) e ensino médio. Segundo esse documento, o currículo se efetivaria especialmente nos cadernos dirigidos ao professor e ao aluno, os quais foram organizados por disciplina/série (ano/bimestre), com divisões que marcam as situações de aprendizagem e que servem para orientar a prática pedagógica (SÃO PAULO, 2012).

1996 e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), os quais sustentam a elaboração de projetos político-pedagógicos e a própria prática do professor.

Tais orientações implicam uma formação escolar que atenda às demandas do mercado de trabalho atual e também a adoção de práticas pedagógicas voltadas para o desenvolvimento de valores, formas de convivência, competências e habilidades exigidas pela sociedade globalizada.

Todavia, uma educação escolar que prioriza a formação de tais valores em detrimento dos conteúdos escolares promove a negação da possibilidade de desenvolvimento omnilateral dos indivíduos. Para Libâneo (2016), um ensino organizado nessas bases dificulta o desenvolvimento de indivíduos já desfavorecidos por suas condições sociais e, assim, produz exclusão no interior da própria escola.

Minhas inquietações aumentavam cada vez mais e, quando eu estava cursando o último ano de Psicologia, decidi realizar o estágio em Psicologia Escolar. Foi então que tive o primeiro contato com a teoria histórico-cultural.

Os estudos da teoria histórico-cultural sobre o desenvolvimento humano apontam a apropriação dos bens da cultura material e imaterial como condição para o desenvolvimento das capacidades especificamente humanas, ou seja, das funções psíquicas superiores². Entretanto, essa apropriação e o consequente desenvolvimento das funções psíquicas superiores não ocorrem naturalmente. Para que o indivíduo alcance a formação de um pensamento teórico, é necessário que tenha condições de vida e de educação e, assim, possam participar do processo de apropriação e de objetivação das produções culturais.

Nesse sentido, a escola constitui-se como o espaço privilegiado para a transmissão dos conhecimentos produzidos pelas gerações precedentes. Segundo Martins (2011), em nossa sociedade, a escola é o espaço que tem a função, por excelência, de transmitir às novas gerações os conhecimentos sistematizados, cuja aprendizagem é fonte propulsora do desenvolvimento psíquico, uma vez que coloca em curso processos psíquicos que não aconteceriam de outra de forma.

² Atenção voluntária, memória lógica e pensamento abstrato são as funções psíquicas superiores que constituem o psiquismo humano e diferenciam o ser humano dos demais animais (MARTINS, 2011).

No entanto, como vivemos em uma sociedade de classes, cujos interesses opostos culminam na obliteração das possibilidades de transmissão dos conteúdos sistematizados para a grande parte das pessoas (DUARTE, 2011), estas não se apropriam dos instrumentos que lhes possibilitam desenvolver seu psiquismo e construir uma visão de mundo que supere por incorporação as práticas de senso comum. Com isso, o indivíduo teria condições de analisar os fenômenos e os objetos de forma mais coerente, profunda e complexa, isto é, seria capaz de identificar e compreender as múltiplas determinações dos fenômenos, desenvolvendo uma concepção de mundo materialista, histórico-dialética, aqui chamada de **concepção de mundo para si**.

De nossa perspectiva, as teorias pedagógicas e didáticas de ensino que defendem o aprendizado espontâneo como mais desejável do que aquele que resulta de um processo de transmissão dos conteúdos historicamente produzidos têm a tendência de tornar todo o ensino esvaziado de conteúdo científico e desenvolver uma concepção de mundo baseada apenas em experiências cotidianas e em conhecimentos imediatos do meio (DUARTE, 2011; 2015).

Para tanto, torna-se necessário identificar práticas educacionais que contribuam para a superação das limitações impostas pelo sistema capitalista, instituindo uma educação escolar voltada para o ensino dos conhecimentos eruditos, historicamente produzidos e, assim, possibilite que todos os indivíduos tenham acesso ao desenvolvimento psíquico.

Em face dessa problemática, perguntamos: como o ensino de Ciências da Natureza pode ser organizado de modo que contribua para o desenvolvimento psíquico e para a formação de uma concepção de mundo para si no estudante do ensino fundamental?

Na escolha do tema partimos do pressuposto de que a educação escolar, dedicando-se à transmissão dos conteúdos sistematizados e historicamente produzidos, contribui para o desenvolvimento do psiquismo humano, aqui entendido como uma representação subjetiva da realidade objetiva, formada por um sistema funcional complexo, constituído por funções psíquicas cognitivas e afetivas³ (MARTINS, 2011).

³ As funções psíquicas são: sensação, percepção, atenção, memória, pensamento, linguagem, imaginação, emoção e sentimento (MARTINS, 2011).

Diferentemente dos animais, cuja ação é sempre ligada a necessidades biológicas, o ser humano se coloca a necessidade de suprir as necessidades superiores formadas a partir da complexidade da atividade social. Para tanto, antecipa mentalmente suas ações e modifica a natureza; cria e se apropria de instrumentos (ferramentas e signos) para realizar novas formas de atividade e, conseqüentemente, desenvolver as funções psíquicas superiores. Tais funções são especificamente humanas e abrangem a memória lógica, a atenção voluntária, o pensamento abstrato etc. (LEONTIEV, 2004; VYGOTSKI, 2012).

No entanto, apesar de a atividade física e mental realizada pelos seres humanos estar objetivada nos instrumentos técnicos e nos signos (linguagem falada e escrita, mapas, sistema de numeração, símbolos, entre outros), para que um indivíduo, um novo membro do grupo, possa se apropriar desses instrumentos, não basta o contato direto com eles. Para poder se apropriar dessa produção humana é preciso que ele estabeleça uma relação com a prática social, tornando-os parte de sua atividade (VYGOTSKI, 2013).

Portanto, a formação e o desenvolvimento do indivíduo ocorrem no processo dialético inerente à apropriação dos bens da cultura materiais (instrumentos físicos) e não materiais da atividade social (instrumentos simbólicos) e à sua objetivação na prática social. Duarte (2013) afirma que um dos fatores decisivos no desenvolvimento psíquico do ser humano é a relação consciente entre o indivíduo e as esferas mais desenvolvidas de objetivação do gênero humano.

A apropriação dos conteúdos não cotidianos, ou seja, dos conteúdos científicos, permite que o indivíduo supere sua cotidianidade, incorpore-a e avance para esferas mais elevadas, em um processo de síntese dialética entre ambas as esferas. Nesse processo, ele tem a possibilidade de desenvolver uma concepção de mundo para si, ou seja, uma forma de agir, de sentir e de pensar consciente que, mediada pelas esferas não cotidianas da genericidade humana, permitem-lhe conduzir conscientemente sua vida cotidiana (MARTINS, 2011; DUARTE, 2013; SAVIANI, 2013).

Nessa concepção, a escola tem como finalidade o ensino e a aprendizagem de conteúdos curriculares artísticos, filosóficos e científicos que representam o máximo nível de elaboração da cultura humana. Para a aprendizagem desses conteúdos, o ensino precisa fazer a mediação entre o conhecimento veiculado na

esfera da vida cotidiana e os conteúdos científicos a serem ensinados, particularmente em nosso caso, os conteúdos da disciplina de Ciências da Natureza. Dessa forma, o estudante poderá compreender a necessidade do aprendizado dos conteúdos científicos para a vida das pessoas e para o desenvolvimento da humanidade.

A defesa do ensino desses conhecimentos justifica-se pelo fato de que a relação cultural que a criança estabelece com o mundo exterior por meio da educação escolar, na qual se deve priorizar a devida transmissão dos conceitos científicos, é condição para a formação de seu pensamento conceitual. Este, por sua vez, conforme Vygotski (2013), é a base para a formação da concepção de mundo na adolescência.

Adolescência aqui não é entendida como produto da maturação sexual, mas sim como resultado de um importante desenvolvimento funcional do cérebro, no qual as funções psíquicas são substituídas por outras, o que recria e reconstrói por completo toda a estrutura do comportamento (VYGOTSKI, 2000). Esse desenvolvimento está ligado às novas e mais complexas condições de vida (estudo, relações sociais, independência e exigências feitas ao adolescente). Contudo, se o meio não exige tal complexificação de atividades, essas funções podem não se formar e o adolescente pode ter um desenvolvimento psíquico empobrecido (ELKONIN, 1960; ANJOS, 2013).

Nessa direção, a teoria histórico-cultural afirma a necessidade de um trabalho intencional do professor na promoção do desenvolvimento psíquico dos estudantes. Logo, é necessário que o ensino de ciências possibilite o acesso das novas gerações ao saber clássico, sistematizado, e, com isso, o desenvolvimento psíquico e a formação de uma concepção de mundo mais real e profunda da realidade.

Assim, não estamos tratando de qualquer forma de ensino. Se o objetivo da escolarização é o desenvolvimento humano, torna-se necessário identificar as formas de ensino que colocariam em curso as funções psíquicas superiores. Dedicamo-nos à análise da tríade - conteúdo, forma e destinatário - proposta por Martins (2011), para o ensino de Ciências da Natureza, porque consideramos que esses elementos, esvaziados de suas conexões, não servem à organização do

trabalho pedagógico.

O objetivo da pesquisa é analisar, com base na teoria histórico-cultural, como o ensino de Ciências da Natureza⁴ pode contribuir para o desenvolvimento do psiquismo e de uma concepção de mundo materialista, histórico-dialética nos adolescentes escolares – uma concepção de mundo para si.

A necessidade de identificar ou criar formas adequadas de transmissão decorre da compreensão de que o ensino dos conceitos científicos contribui para a formação de uma concepção de mundo para si e de que nem toda forma de transmissão dos conteúdos leva ao desenvolvimento do psiquismo e à formação dessa concepção de mundo. Para um desenvolvimento psíquico superior é preciso que os conteúdos científicos sejam ensinados de forma teórica, ou seja, por meio de um procedimento epistemológico (HEDEGAARD, 2002) que leve o sujeito, em sua atividade, a tomar consciência da sua própria atividade psíquica e do conteúdo do seu pensamento, apropriando-se do conceito como instrumento mediador em sua relação com a realidade objetiva (SFORNI, 2004).

A forma de ensinar conceitos nessa perspectiva teórica é ainda um problema a ser resolvido e, por isso, juntamos nossa pesquisa às de outros pesquisadores. Por exemplo, o GEPAE – Grupo de Estudos e Pesquisas sobre a Atividade de Ensino dedica-se a investigar os modos de organização do ensino e seu impacto na aprendizagem e no desenvolvimento dos estudantes e o GEPAPe - Grupo de Estudos e Pesquisa sobre Atividade Pedagógica, investiga a atividade pedagógica com foco nos elementos constitutivos dos processos de ensino e de aprendizagem na formação de professores e pesquisadores.

Nas produções desses grupos de estudo e de pesquisa, buscamos conhecimentos que auxiliem os professores a organizar um ensino promotor do desenvolvimento psíquico dos estudantes, particularmente o ensino de Ciências da Natureza, promovendo atividades que coloquem em curso a formação do pensamento conceitual do adolescente.

Em nossa análise da organização do ensino de Ciências da Natureza, baseamo-nos no método materialista histórico-dialético, que busca, sobretudo, a

⁴ O ensino de Ciências da Natureza deve possibilitar ao estudante o desenvolvimento de conhecimentos básicos em astronomia, geologia, biologia, física e química.

compreensão da essência⁵ do fenômeno investigado (DUARTE, 2000). Marx (1978) explica que, no método científico, o pensamento parte da representação caótica do todo para chegar às abstrações e, em seguida, faz o caminho inverso: ascende das abstrações ao concreto pensado, que já não é caótico, pois é fruto da análise que permite a síntese das múltiplas determinações do fenômeno.

Cumprido destacar que esse movimento que vai da síntese à análise serve tanto para a pesquisa científica, quanto para a organização de um processo curricular e didático (SAVIANI, 2006). Além disso, Duarte (2015) afirma que por menos explícitos que estejam, os conteúdos escolares de cada disciplina sempre são portadores de concepções de mundo.

Portanto, todas as disciplinas devem objetivar a condução do estudante à compreensão da realidade histórico-social. Conforme afirma Saviani:

As disciplinas correspondem ao momento analítico em que necessito identificar os diferentes elementos. É o momento em que diferencio a matemática da biologia, da sociologia, da história, da geografia. No entanto, elas nunca se dissociam. Numa visão sincrética, isto tudo parece caótico, parece que tudo está em tudo. Mas na visão sintética percebe-se com clareza como a matemática se relaciona com a sociologia, com a história, com a geografia e vice-versa (SAVIANI, 2013, p. 146).

Partindo da compreensão caótica do ensino de Ciências da Natureza, objeto de estudo desta pesquisa, buscamos nas abstrações, ou seja, na teoria histórico-cultural, os conceitos que possibilitam a apreensão do fenômeno. Por meio de decomposições contínuas, de abstrações “cada vez mais tênues”, podemos retornar à realidade, ao ensino, já sob um novo patamar: o concreto pensado como síntese das múltiplas determinações do fenômeno, a qual torna o pensamento mais claro, mais consistente e móvel.

Com esse caminho teórico metodológico, desenvolvemos a pesquisa em duas direções: uma investigação teórica e um trabalho de campo. Na investigação

⁵ Por essência entendemos a conexão interna que determina todas as outras especificidades particulares de um todo. É a determinação universal de um objeto ou fenômeno (DAVIDOV, 1988). Fundamentado no materialismo histórico-dialético, Ilienkov expõe a relação entre a abstração própria do conceito e a essência que expressa as leis dos fenômenos da realidade objetiva: “A lógica dialética entende a abstração de maneira muito mais profunda e a define como processo em que se reflete a essência, a lei das coisas” (ILIENKOV, 2006, p. 154).

teórica, procuramos identificar as abstrações relacionadas ao fenômeno investigado e, no trabalho de campo, procuramos analisar as situações concretas de sua manifestação. Dessa forma, consideramos que a compreensão da relação entre apropriação da linguagem e desenvolvimento do psiquismo, do papel dos conceitos científicos na formação do pensamento, da importância da intencionalidade das ações e da criação de motivos para o estudo ofereceram as abstrações necessárias para o trabalho de campo, para a análise das situações concretas de ensino e para o reconhecimento de seu potencial formativo.

O texto está dividido em seis seções: introdução, considerações finais e quatro capítulos.

No primeiro capítulo, segunda seção, analisamos a organização do ensino proposta em documentos oficiais. Seguindo o método, buscamos na materialidade, na forma de organização social, as demandas de formação escolar. Nesse sentido, analisamos a atual forma de organização do trabalho, a produção flexível, a formação que ela requer do trabalhador e das pessoas em geral para que o capital possa transitar livremente pelo mundo globalizado.

No segundo capítulo, terceira seção, discutimos os conceitos de objetivação genérica e concepção de mundo, adolescência e desenvolvimento do pensamento conceitual e teórico.

A relação entre o ensino de Ciências da Natureza, o desenvolvimento das funções psíquicas superiores e o pensamento do estudante é o objeto do terceiro capítulo, quarta seção. Procuramos a compreensão do conceito de mediação e de ato instrumental, uma vez que a mediação de signos é uma unidade dialética que se instala na relação entre o estudante e o objeto de conhecimento, permitindo a intencionalidade das ações e a transformação da própria situação.

Entendemos que a qualidade da mediação define a qualidade do desenvolvimento e, para reconhecer quais mediações têm esse potencial formativo, é necessário ir a campo para identificar como os conceitos de Ciências da Natureza devem ser organizados e transformados em conteúdos escolares que expressem a necessidade e o motivo do seu aprendizado pelo estudante e, assim, sejam efetivamente promotores de uma concepção de mundo para si. Por isso, realizamos a investigação de campo na forma de um experimento didático, cujos resultados foram expostos e analisados no quarto capítulo, quinta seção.

O estudo de autores que apresentam pressupostos da teoria histórico-cultural, como Vygotski (2000; 2001; 2006; 2013), Leontiev (2004), Luria (1979), Elkonin (1960), Davidov (1988), Duarte (2000; 2001; 2006; 2016), Martins (2011), Sforzi (2004; 2015), Heller (1991) entre outros, foi a base desse experimento didático, realizado em uma turma do 7º ano do ensino fundamental de uma escola pública do estado de São Paulo. A turma é composta por 25 estudantes, na faixa etária dos 12 e 13 anos. Foram realizadas um total de 24 horas/aulas, sendo 4 horas semanais.

Entendemos que o experimento didático se caracteriza pela intervenção ativa do pesquisador nos processos que pretende estudar, sendo utilizado como ferramenta investigativa do desenvolvimento do pensamento do estudante proporcionado pela aprendizagem dos conceitos. Conforme Rubinstein (1973), a experimentação se justifica porque a criança se desenvolve sob a influência de certo modo de ensino. Portanto, procuramos estudar sua aprendizagem e seu desenvolvimento psíquico em movimento, ou seja, no processo de ensino.

Para tanto, elaboramos um planejamento de ensino, durante o qual os estudantes deveriam observar a presença dos microrganismos nos alimentos e as diferentes formas de controlar sua ação (salga, desidratação, congelamento, pasteurização, dentre outros). Conseguimos assim, acompanhar as ações dos estudantes rumo ao desenvolvimento de um pensamento teórico.

Nas considerações finais, sexta seção, mostramos que os resultados desse experimento apontam caminhos didáticos que podem favorecer o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes, tornando o ensino de Ciências da Natureza um instrumento da formação de uma concepção de mundo para si dos indivíduos.

2. A ATUAL ORGANIZAÇÃO DO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

Começamos por analisar o rendimento dos estudantes brasileiros no exame do Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA). Considerando que esse rendimento é produzido nas situações sociais de desenvolvimento das quais os estudantes participam, buscamos na Proposta Curricular do Estado de São Paulo, evidenciar que situação é essa, especialmente em termos de organização e de seleção dos conteúdos do ensino da Ciências da Natureza. Considerando ainda os avanços e retrocessos ao longo da história da educação, procuramos identificar os principais marcos históricos do ensino de Ciências da Natureza no Brasil. Por fim, ao considerar a influência das políticas internacionais nas propostas curriculares brasileiras nesse campo do conhecimento, destacamos brevemente as principais fases do desenvolvimento do processo de produção capitalista e da relação que se estabelece entre trabalho e educação escolar. Acreditamos que o estudo desses aspectos esclarece a proposta de formação humana contida nos documentos oficiais norteadores da educação pública, bem como aponta a necessidade de buscar outros aportes teóricos e metodológicos para uma educação que promova o desenvolvimento psíquico dos estudantes, conforme objetivo da presente pesquisa.

2.1. O desempenho dos nossos estudantes

Procurando identificar o desempenho dos estudantes brasileiros em Ciências da Natureza, partimos do Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA) promovido pela Organização para Cooperação de Desenvolvimento Econômico (OCDE). No Brasil, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP) é o responsável pela avaliação do desempenho dos estudantes com 15 a 16 anos de idade de escolas públicas e privadas. Conforme o relatório da OCDE (2016), o objetivo do programa não é avaliar somente o que os alunos já sabem, mas também sua capacidade de extrapolar seu aprendizado e aplicar seu conhecimento na resolução de situações desconhecidas (BRASIL, 2016).

O exame foi realizado em 2000, 2003, 2006, 2009, 2012, 2015 e, a cada ano, a ênfase recaiu sobre uma disciplina. Em 2015, o foco foi em Ciências da Natureza, que contou com o maior número de questões do exame. Para 2018, o documento indicava a ênfase em leitura (BRASIL, 2016).

A avaliação de 2015 contou com a participação de 23.141 alunos brasileiros de 841 escolas. Apesar de os alunos responderem, no questionário, que se interessam por disciplinas relacionadas a ciências, a média brasileira dos alunos nessa disciplina foi de 401 pontos, valor significativamente abaixo do de outros países, o qual foi de 493 pontos. Isso colocou o Brasil na 63ª posição entre 70 países avaliados (Idem)⁶.

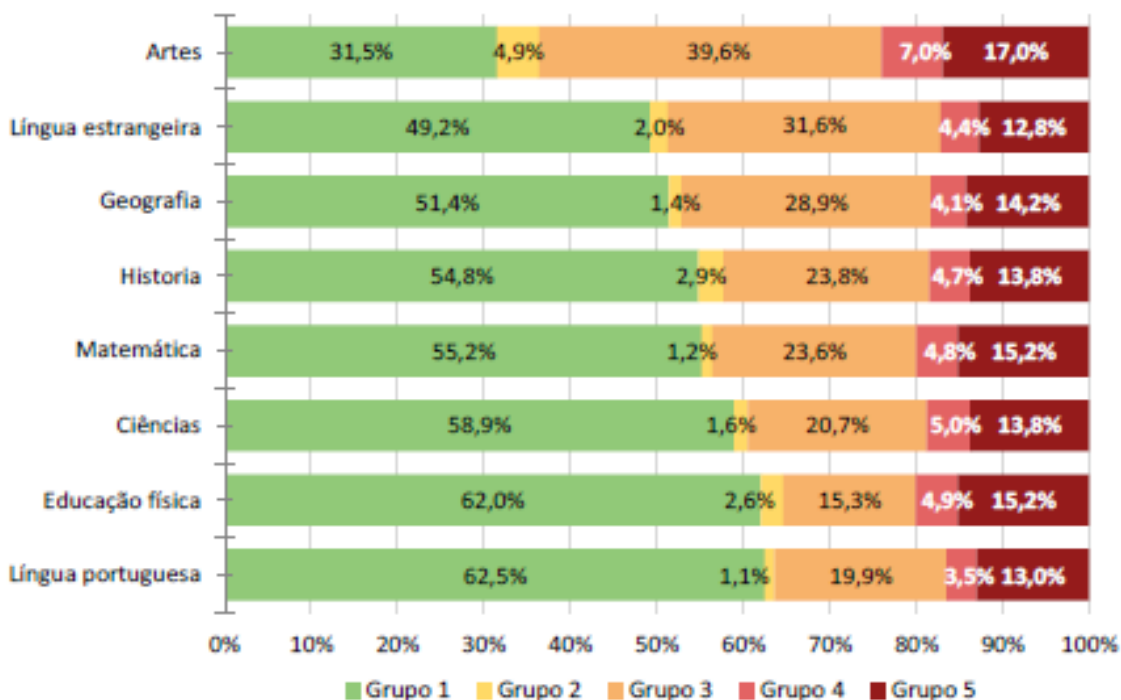
Esse desempenho nos leva a refletir sobre as condições de ensino nas escolas brasileiras. Os resultados do Censo da Educação Escolar divulgado em 31 de janeiro de 2018 apresenta dados que, certamente, influenciam a qualidade do ensino e, por decorrência, da aprendizagem. Podemos destacar que, entre as escolas que oferecem o ensino fundamental, apenas 11,5% delas dispõem de laboratório de Ciências; 46,8% possuem sala de informática; 65,6% possuem acesso à internet, das quais 53,5% possuem internet de banda larga; somente 54,3% têm biblioteca e/ou sala de leitura. Os dados mais gritantes são que somente 41,6% possuem rede de esgoto, 52,3% possuem apenas fossa, 6,1% possuem sistema sanitário e 10% não possuem algum tipo de infraestrutura (água, energia ou esgoto) (INEP, 2018).

Quanto à formação dos professores, o Censo apresenta o Indicador de Adequação Docente que investiga a relação entre a formação inicial do docente e a disciplina que ministra. A figura 1 apresenta os índices por disciplina nos anos finais do ensino fundamental. O grupo 1 representa professores com formação na área da disciplina de atuação, com alguma complementação pedagógica; o grupo 2, professores sem nenhuma complementação pedagógica; o grupo 3, professores

⁶ Entendemos que esse baixo rendimento é produto das relações sociais que os estudantes participam. Vivemos em uma sociedade dividida em classes sociais com interesses opostos. Para os trabalhadores é destinada uma formação que atenda às demandas do mercado de trabalho, a manutenção da ordem capitalista e do *status quo*. Para a classe dominante é priorizado o ensino da ciência e da tecnologia por possibilitar a posse e a manutenção do poder econômico e político. Além disso, muitas vezes as ações de ensino conduzem os estudantes a processos mentais meramente mecânicos e reprodutivos, fato que não permite a apropriação dos elementos culturais necessários a um desenvolvimento psíquico superior.

que lecionam disciplinas diferentes de sua área de formação; o grupo 4, professores não considerados na categoria; o grupo 5, professores sem formação superior (INEP, 2018).

Figura 1 - Indicador da adequação da formação docente dos anos finais do ensino fundamental por disciplina - Brasil, 2017



Fonte: Censo Escolar 2017 (2018, p. 20).

Analisando a figura, observamos que o pior Indicador de Adequação é o da disciplina de Artes: apenas 31,5 % dos professores têm formação na área em que lecionam e alguma complementação pedagógica. Já o melhor Indicador é o da disciplina de Língua Portuguesa: 62,5% dos professores têm formação adequada. Em Ciências, 58,9% dos professores apresentam formação na área, enquanto 39,5% não possuem formação adequada para ministrar a disciplina.

As condições de infraestrutura e de trabalho nas escolas e a formação docente têm grande impacto na aprendizagem dos estudantes. Além disso, dois aspectos que podem estar na raiz do baixo desempenho escolar são o conteúdo e a forma de ensino. Por isso, voltamos nosso olhar para a identificação e para o entendimento da organização do ensino em nossas escolas.

Analisamos, especificamente, a proposta curricular das escolas estaduais de São Paulo porque foi em uma escola localizada nesse estado que desenvolvemos o experimento didático exposto na quinta parte desta dissertação. Consideramos também que, na singularidade dessa proposta curricular, manifestam-se princípios gerais que têm orientado a educação no território brasileiro. Portanto, por meio da sua análise, podemos obter informações sobre essas orientações gerais.

2.2. O currículo de Ciências da Natureza no estado de São Paulo

Em 2008, a Secretaria da Educação do estado de São Paulo lançou um documento contendo sua proposta curricular para as escolas estaduais de ensino fundamental (ciclo II) e ensino médio. Conforme tal documento, o objetivo é apoiar o trabalho educacional e melhorar a qualidade da aprendizagem dos alunos. Nele consta que a proposta curricular partiu de experiências práticas acumuladas, ou seja, de um levantamento do acervo de documentos pedagógicos existentes e de uma consulta a escolas e professores com a finalidade da identificação de boas práticas pedagógicas (SÃO PAULO, 2012).

Em 2015, a referida Secretaria publicou as diretrizes para sua política educacional. A primeira delas refere-se à centralidade de um currículo oficial que priorize o desenvolvimento de competências e habilidades (SÃO PAULO, 2012). Esse currículo se efetivaria especialmente nos Cadernos do Professor e do Aluno, organizados por disciplina/série(ano)/bimestre, com divisões que marcam as situações de aprendizagem e que servem para orientar a prática pedagógica (SÃO PAULO, 2012).

Além dos Cadernos, foi lançado outro documento, intitulado “Matrizes de Referência para Avaliação Processual”, no qual estão definidos os conteúdos de cada disciplina, já associados às habilidades/competências que os alunos devem desenvolver. A avaliação do aprendizado dessas habilidades/competências se faz por meio de dois sistemas: a) o Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (Saresp), aplicado anualmente nos 3º, 5º e 9º anos do ensino fundamental, no 3º ano do ensino médio e, por amostragem, no 7º ano desse nível; b) as Avaliações de Aprendizagens em Processo (AAP), que são aplicadas bimestralmente em todas as séries. Cumpre destacar que, desde 2015, o Saresp

não avalia as áreas de Ciências da Natureza e Ciências Humanas, restringindo-se às disciplinas de Matemática e Língua Portuguesa (SÃO PAULO, 2016).

No currículo proposto para o estado de São Paulo, a educação é entendida como um saber que se constrói, de forma cooperativa e solidária, por meio da síntese dos saberes locais e dos saberes produzidos historicamente como condição para que o indivíduo, ao acessar esses conteúdos, possa exercer a sua cidadania (SÃO PAULO, 2012).

De acordo com o documento, torna-se relevante que a educação escolar garanta: a) a qualidade da educação pública para as camadas pobres da sociedade brasileira, uma vez que as aprendizagens construídas nessas instituições permitem a inserção produtiva e solidária desses alunos no mundo⁷. b) o aumento da significação e do tempo de permanência na escola para que o aluno construa sua autonomia, ao mesmo tempo que aprenda a respeitar as diferenças e as regras de convivência (SÃO PAULO, 2012).

Para Libâneo (2016), nesse modelo, a escola pública se torna uma instituição de acolhimento para os pobres, de integração social e moderadora de conflitos. Sua função fica limitada ao cuidado, em detrimento do ensino dos conteúdos significativos para o desenvolvimento do estudante.

Declara-se, no documento, que a aprendizagem cooperativa e solidária dos saberes tem como finalidade:

A autonomia para gerenciar a própria aprendizagem (aprender a aprender) e para a transposição dessa aprendizagem em intervenções solidárias (aprender a fazer e a conviver) deve ser a base da educação das crianças, dos jovens e dos adultos, que têm em suas mãos a continuidade da produção cultural e das práticas sociais (SÃO PAULO, 2012, p. 10).

Nesse sentido, construir identidade, agir com autonomia e em relação com o outro, bem como incorporar a diversidade são as bases para a construção de valores de pertencimento e de responsabilidade, essenciais para a inserção cidadã nas dimensões sociais e produtivas:

⁷ Quando o documento fala de inserção produtiva e solidária, entendemos que se trata de uma política educacional voltada para uma formação profissional, na qual, o trabalhador adquire valores e atitudes concernentes às necessidades do mercado de trabalho e à manutenção da ordem social capitalista.

Preparar os indivíduos para o diálogo constante com a produção cultural, em um tempo que se caracteriza não pela permanência, mas pela constante mudança – quando o inusitado, o incerto e o urgente constituem a regra, é mais um desafio contemporâneo para a educação escolar (SÃO PAULO, 2012, p. 10).

A preocupação dessa forma de educação escolar não é com a formação humana, mas com a formação requerida pela ordem econômica, qual seja, a de trabalhadores polivalentes, com capacidade para exercer diferentes funções e para se adaptar às mudanças do mundo do trabalho.

Tendo em vista tal formação, orienta-se que a metodologia de ensino-aprendizagem dos conteúdos básicos considere que:

A informação está disponível em várias categorias de fontes e praticamente qualquer pessoa pode ter acesso a ela; a quantidade de conhecimento produzido aumenta cada vez mais, o que torna impossível a um professor manter-se informado de tudo, nem mesmo em sua área de atuação; o que se deseja dos estudantes é que saibam pensar e expressar seus pensamentos, e não apenas reter informações. Sabendo pensar, o indivíduo é capaz de localizar, acessar e selecionar qualquer informação de que tenha necessidade no decorrer de sua vida; contribuir para a preservação do meio ambiente, identificando seus elementos, as interações entre eles e o papel transformador do ser humano; adotar uma atitude solidária, cooperativa e de repúdio às injustiças e preconceitos de qualquer natureza, respeitando o outro e exigindo para si o mesmo respeito; construir a noção de identidade nacional, relacionando-a à sua identidade individual e conhecendo as características fundamentais do Brasil nas dimensões sociais, materiais e culturais. Esses conteúdos educacionais podem ser descritos em termos de competências a serem desenvolvidas no ensino de Ciências, podem ser destacadas as relativas às atitudes individuais e sociais, de sentido solidário e ético, em face dos problemas científicos e tecnológicos, e diante de situações cujas necessidades, visões e interesses sejam diversas (SÃO PAULO, 2012, p. 34-35).

Analisando essas declarações, verificamos que o documento trata conhecimento e informação com o mesmo significado e com o mesmo valor para o desenvolvimento dos indivíduos. No entanto, informações são fatos, coisas passageiras que acontecem no mundo, não correspondem necessariamente à realidade e à essência dos fenômenos. Já os conhecimentos são um corpo de saberes que foram elaborados socialmente e historicamente pelo conjunto dos homens.

Outra questão é que o currículo valoriza o ato de pensar, mas distingue “ensinar a pensar” de “ensinar conteúdos”, como se fossem instâncias separadas. Belieri (2012), em sua investigação sobre o ensino de Filosofia, identifica tal polaridade nesse campo específico do conhecimento, a qual se expressa em um questionamento usual entre professores de Filosofia: “deve-se ensinar Filosofia ou ensinar a filosofar? Buscando subsídios na Teoria Histórico-Cultural e em dados de campo para avançar no conhecimento sobre a organização do ensino nessa área, a conclusão a que o autor chega é que, ao ensinar os conteúdos de filosofia, ensina-se o aluno a filosofar. Ou seja, o ensino dos conteúdos de cada disciplina e o exercício do pensamento são instâncias indissociáveis no processo educativo.

Outro aspecto do currículo do estado de São Paulo é a valorização do aprender a conviver, pilar educacional proposto no Relatório Delors⁸. Com base nesse pilar, a educação escolar teria como finalidade o desenvolvimento da atitude de solidariedade, de respeito aos outros e às diferenças e, assim, a coesão social.

Diferentemente de um ensino organizado sobre as bases dos conteúdos científicos, cujo fim seria instrumentalizar as classes trabalhadoras para a transformação social (SAVIANI, 2006), no Relatório Delors (1998), reproduzido pelo currículo do estado de São Paulo, o fim seria a coesão social, na qual as pessoas queiram viver juntas, aceitando as diferenças sociais e a ordem vigente.

Outro aspecto de tal proposta curricular é: “Esses conteúdos educacionais podem ser descritos em termos de competências [...]”, ou seja, a organização curricular visa a aprendizagem de competências e habilidades. Por exemplo, para o 7º ano do ensino fundamental, no terceiro bimestre, ficam definidos os seguintes conteúdos e habilidades:

Quadro 1 - Conteúdos e habilidades em Ciências para o 3º bimestre do 7º ano do ensino fundamental.

⁸ Relatório produzido por organismos internacionais e que serviu para a estruturação da nossa Lei de Diretrizes e Bases (LDB) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs).

CONTEÚDOS

Ciência e tecnologia – A tecnologia e os seres vivos

Produtos obtidos de seres vivos

O uso de seres vivos e de processos biológicos para a produção de alimentos.

Os seres vivos mais simples e sua relação com a conservação dos alimentos.

Ciência, tecnologia e subsistência

Recuperação de ambientes aquáticos, aéreos e terrestres degradados

HABILIDADES

Identificar e descrever a participação de microrganismos na fabricação de determinados alimentos (pão, queijo, leite, iogurte etc.), com base na leitura de textos.

Identificar e descrever a participação de microrganismos na conservação/deterioração de determinados alimentos (carne, leite, iogurte etc.), com base na leitura de textos ou em análise de resultados de experimentação.

Reconhecer a etiologia e a profilaxia do botulismo a partir da leitura de texto ou ilustração do processo de transmissão.

Reconhecer procedimentos utilizados em casas ou residências para a conservação de alimentos a partir da leitura de textos e/ou ilustrações.

Reconhecer procedimentos utilizados pela indústria para a conservação de alimentos a partir da leitura de textos e/ou ilustrações.

Identificar e descrever as fases principais nos processos de esterilização do leite e as transformações químicas para a obtenção de seus derivados.

Associar a fermentação biológica ao processo de obtenção de energia realizado por microrganismos, identificando os reagentes e produtos desse processo.

Ler e interpretar gráficos sobre a ocorrência e a distribuição de acidentes de derramamento de petróleo.

Identificar e descrever prejuízos ambientais e para a saúde coletiva causados pelos episódios de derramamento de petróleo a partir da leitura de texto e/ou ilustração.

Identificar e descrever situações em que microrganismos podem ser utilizados para recuperar ambientes contaminados por petróleo ou outros poluentes, com base em textos.

Fonte: São Paulo (2012, p. 50)

Ainda, conforme o documento, a organização dos conteúdos e das habilidades para cada série/ano do ensino fundamental deve seguir as seguintes orientações:

Uma proposta de ensino de Ciências deve levar em conta os objetivos educacionais adequados às séries/anos de ensino, definidos pelas **competências que os alunos precisam desenvolver ao longo dos anos de estudo**. O que difere de uma série/ano para outra (o) são a profundidade e a extensão de cada uma das competências. Por exemplo, na 5ª série/6º ano, o desenvolvimento da leitura deve ter como **meta a compreensão de textos mais informativos e descritivos, e a meta da escrita deve ficar no nível da apresentação de dados ou informações e textos descritivos curtos**. Já na 8ª série/9º ano, a leitura e a escrita devem ser analíticas e críticas.

Assim, no que se relaciona às diferentes linguagens desenvolvidas e utilizadas, na 5ª série/6º ano e na 6ª série/7º ano os conteúdos são especialmente informativos e descritivos, as representações são mais próximas do real, os gráficos cartesianos, assim como os histogramas, são mais simples e os códigos são os de uso cotidiano. **Já na 7ª série/8º ano e na 8ª série/9º ano, os conteúdos podem ser também explicativos e analíticos, as representações podem ser mais simbólicas, os gráficos cartesianos e histogramas podem ser mais complexos e os códigos científicos podem ser menos usuais.**

Deve haver uma articulação em cada série/ano e entre elas (es), principalmente por meio das competências e habilidades a serem desenvolvidas. **A discussão dos conteúdos das Ciências Naturais deve ocorrer de forma a não descaracterizar a estrutura ou a natureza do conhecimento científico específico** (SÃO PAULO, 2012, p. 35-36, grifos nosso).

Observa-se que não consta no documento a questão do desenvolvimento humano em sua totalidade, do desenvolvimento omnilateral: a prioridade é o aprendizado de competências e habilidades como preparação para a vida em sociedade. Apesar de, em alguns momentos, se mencionar a necessidade do acesso a um conhecimento mais complexo e da preservação do conhecimento

científico, essa ênfase no desenvolvimento das habilidades e competências sintoniza a proposta com o que foi observado por Libâneo (2016); Galuch e Sforini (2011): a vinculação entre as propostas curriculares brasileiras elaboradas a partir da década de 1990 e as orientações dos organismos internacionais.

De acordo com esses autores, ao assumir um papel de acolhimento social, a escola prioriza a formação de valores e atitudes, como os de solidariedade, respeito e cidadania. Essa centralidade na educação escolar se faz em detrimento do aprendizado dos conhecimentos eruditos das artes, das ciências, da filosofia, da ética e da política, elaborados historicamente e socialmente. Ou seja, o aprendizado dos conteúdos sistematizados não é considerado necessário para a formação dos valores e juízos do indivíduo a respeito do mundo, das pessoas e de si próprio.

Ao analisar as propostas educacionais contemporâneas, Duarte (2011) identificou a hegemonia de ideias centradas na “pedagogia do aprender a aprender”. Em sua pesquisa, o referido autor identificou quatro posicionamentos valorativos contidos no lema “aprender a aprender”⁹, demarcando um ideário educacional que serve à lógica da sociedade capitalista no atual momento histórico.

Tendo identificado tais posicionamentos valorativos na proposta curricular de Ciências da Natureza para o estado de São Paulo¹⁰, destacamos alguns excertos que ilustram sua presença no documento.

No primeiro, afirma-se que é melhor o aluno aprender sozinho do que aprender com outras pessoas:

[...] para promover a emancipação dos estudantes, vale lembrar o pensamento de Paulo Freire (1997): ‘ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção’ (SÃO PAULO, 2012, p.32).

Nessa perspectiva, o aprendizado que o indivíduo realiza sozinho tem mais valor do que aquele que se realiza sob as bases da transmissão dos conhecimentos pelas outras pessoas.

⁹ Dentre as pedagogias do aprender a aprender estão o construtivismo, a pedagogia do professor reflexivo, a pedagogia das competências, a pedagogia dos projetos e a pedagogia multiculturalista (DUARTE, 2011).

¹⁰ O estado de São Paulo aderiu fortemente às políticas públicas nacionais, ao contrário do estado do Paraná que ofereceu resistência e oposição. Essa adesão foi evidenciada em vários estudos, como na análise do livro didático realizada por Sforini e Galuch (2006).

No segundo, fica evidente que é mais importante o aluno desenvolver um método de aquisição ou construção de conhecimentos do que aprender os conhecimentos socialmente produzidos por outras pessoas:

No ensino de Ciências do Ensino Fundamental os tópicos disciplinares necessitam [...]. Enfocar a aquisição de procedimentos e atitudes que lhes permitam interpretar os fenômenos de forma mais criteriosa do que o senso comum cotidiano; provocar contínuas reflexões sobre as concepções envolvidas na interpretação dos fenômenos; e criar um ambiente de respeito e de valorização das experiências pessoais para a aprendizagem [...] (SÃO PAULO, 2012, p. 32).

Depreendemos desse excerto que se considera mais importante para o aluno construir ou desenvolver um método próprio para a elaboração do conhecimento do que se apropriar de métodos do campo científico inerentes aos conhecimentos produzidos historicamente.

No terceiro, a ideia é de que a atividade educativa deve ser dirigida pelas necessidades e pelos interesses espontâneos do aluno, por meio de

[...] temáticas que dialoguem com o contexto da escola e com a realidade do aluno, antecedendo aquelas que transcendem seu universo vivencial.

Com relação às temáticas abordadas na aprendizagem das ciências, os alunos do Ensino Fundamental terão mais facilidade em tratar questões ligadas ao seu próprio corpo e às suas sensações com sua vizinhança imediata.

As atividades de observação e de experimentação serão mais voltadas ao qualitativo, seja em laboratórios didáticos, quando disponíveis, em demonstrações em aula ou em observações de fenômenos e processos realizados em situações do cotidiano dos alunos (SÃO PAULO, 2012, p. 29-30).

A necessidade e o interesse de aprender são tratados como inerentes à criança e, dessa perspectiva, a educação escolar deve organizar as atividades conforme os interesses e as necessidades que o próprio aluno constrói no seu dia a dia.

No quarto, afirma-se que a educação escolar deve levar o aluno a “aprender a aprender”, a se preparar para acompanhar a sociedade em acelerado processo de mudança, adaptar-se à lógica do mercado, à lógica do capital:

Nesse mundo, que expõe o jovem às práticas da vida adulta e, ao mesmo tempo, posterga sua inserção no mundo profissional, ser estudante é fazer da experiência escolar uma oportunidade para aprender a ser livre e, concomitantemente, respeitar as diferenças e as regras de convivência. Hoje, mais do que nunca, aprender na escola é o “ofício de aluno”, a partir do qual o jovem pode fazer o trânsito para a autonomia da vida adulta e profissional.

O aluno precisa constituir as competências para reconhecer, identificar e ter visão crítica daquilo que é próprio de uma área do conhecimento e, a partir desse conhecimento, avaliar a importância dessa área ou disciplina em sua vida e em seu trabalho (SÃO PAULO, 2012, p. 9-20).

A problemática decorrente dos quatro posicionamentos exemplificados com esses excertos é que, ao valorizar uma coisa, desvalorizamos outra. No primeiro posicionamento, desvaloriza-se o ato educativo, a figura do professor na transmissão do conhecimento aos alunos. Ignora-se o fato de que o aprendizado da cultura por alguém implica uma relação com outro ser que já tenha se apropriado do conhecimento produzido por outras pessoas. No segundo posicionamento, há uma desvalorização do conhecimento já produzido pela humanidade e, por consequência, do aprendizado das formas mais desenvolvidas do conhecimento socialmente já produzido. No terceiro, nega-se a intencionalidade e a diretividade do professor nas atividades educativas cuja finalidade é a promoção de um aprendizado para além das formas cotidianas. Por fim, no quarto posicionamento, nega-se a possibilidade de uma educação crítica e de uma formação humana em sua totalidade.

Tal perspectiva, em seu conjunto, revela que o ideário escolanovista ainda permeia toda a organização atual do ensino. Conforme afirma Saviani (2006), a proposta da Escola Nova, que surgiu das críticas à pedagogia tradicional formuladas no fim do século XIX, era de uma escola viva, na qual o aluno aprenderia de forma espontânea, com a mínima interferência e segundo os próprios interesses e motivações. Ao professor caberia apenas o papel de facilitador do aprendizado, em um ambiente colorido, rico de estímulos, como livros, laboratórios etc. e, por isso, barulhento. No entanto, a proposta demandava altos investimentos e acabou ficando restrita a pouquíssimas escolas modelos que atendiam os filhos da elite. Ao fim da segunda metade do século XX, começaram a surgir demandas para que essa escola tão viva e atrativa fosse estendida aos filhos da classe trabalhadora,

considerados alunos desinteressados e desmotivados. Contraditoriamente ao proposto inicialmente pela burguesia no momento da criação da escola pública de “escola para todos”, a Escola Nova não chegou à classe trabalhadora. O que alcançou as nossas escolas em geral, perpetuando-se até os dias atuais, é apenas o ideário escolanovista, desvinculado de qualquer possibilidade material de implantação.

Com efeito, na atual perspectiva da proposta curricular, a educação escolar deve se ocupar da formação de habilidades e competências que permitam a adaptação dos indivíduos ao mundo contemporâneo. Interrogamo-nos se, com essa visão, a escola não perde seu compromisso com a formação do ser humano.

Acreditamos que não há discordância quanto à importância do aprendizado da cultura para o desenvolvimento omnilateral das pessoas, mas, então, por que a ênfase do currículo é o aprender a conviver e formar habilidades e competências?

2.3. A formação do indivíduo segundo o Relatório Delors

Historicamente, a educação brasileira vem sofrendo interferências de organismos internacionais desde as décadas de 1960 e 1970, quando, por meio da Lei 5.540/68, foi reformada a estrutura do Ensino Superior e, pela Lei 5.692/71, foi normatizado o ensino de 1º e 2º graus, seguindo os acordos do Ministério da Educação Brasileira (MEC) e a United States Agency for International Development (USAID), então MEC-USAID (SAVIANI, 1997). No entanto, foi após a Conferência Mundial sobre a Educação para Todos, ocorrida em 1990 na cidade de Jomtien, Tailândia, que essas influências se tornaram mais fortes e presentes na educação pública brasileira. O fortalecimento dessas orientações expressa a formação de indivíduos para atender aos interesses do capital (LIBÂNEO, 2016).

Segundo esse autor, nas últimas décadas do século XX, as orientações desses organismos têm produzido um impacto considerável nas concepções de escola, de conhecimento e de currículo. Por volta de 1990, esses documentos passaram a incorporar temas como justiça, equidade e inclusão, em atenção ao objetivo de definir as necessidades mínimas para que o indivíduo possa sobreviver, viver e trabalhar com "dignidade". Isso converge para a concepção de escola pública como um lugar de acolhimento e de proteção social.

O disposto no relatório “*Educação um Tesouro a Descobrir: Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI*”, conhecido popularmente como Relatório Jacques Delors/UNESCO (1998), e nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) é apresentado como “orientações”, cujo uso é facultativo aos estados e municípios em razão da autonomia que a LDB lhes garante. Apesar dessa ressalva, de acordo com Galuch e Sforzi (2011), não há como negar a enorme influência que esses documentos exercem na elaboração de projetos político-pedagógicos, nos currículos e na própria prática do professor, o que afeta diretamente a qualidade do ensino.

O Relatório Delors, embora tenha sido produzido por organismos internacionais, serviu para a estruturação da nossa Lei de Diretrizes e Bases (LDB) – Lei nº. 9.394/1996, para a elaboração dos PCNs e para as Orientações Pedagógicas voltadas à ampliação do ensino fundamental para nove anos. O relatório apresenta como pilares da educação escolar, quatro tipos de aprendizagem:

[...] **aprender a conhecer**, isto é adquirir os instrumentos da compreensão; **aprender a fazer**, para poder agir sobre o meio envolvente; **aprender a viver juntos**, a fim de participar e cooperar com os outros em todas as atividades humanas; finalmente **aprender a ser**, via essencial que integra as três precedentes (DELORS, 1998, p. 89-90, grifos nosso).

Conforme Galuch e Sforzi (2011), esses tipos de aprendizagem são escolhidos entre tantos outros porque poderiam garantir o desenvolvimento de capacidades, como a solidariedade, o saber viver juntos, o respeito e a tolerância.

É nesse ponto, porém, que surge uma contradição. Se o capitalismo como regime econômico demanda a formação de indivíduos competitivos, como ser solidário e ao mesmo tempo competitivo?

Encontrou-se uma saída: oferecer um novo modelo de educação, voltado em duas direções:

Além de responder pela formação de competências para adaptação do sujeito ao mercado de trabalho, a Educação é chamada para responder aos problemas gerados por esse mesmo desenvolvimento, ou seja, é preciso lidar com a outra face da moeda, na qual estão impressas as marcas da exclusão gerada pela

manutenção das relações sociais de produção (GALUCH; SFORNI, 2011, p. 58).

Nessa perspectiva, o relatório Delors, ao mesmo tempo em que sugere uma educação voltada para a formação de valores, competências e habilidades que a sociedade globalizada, marcada pela intensa competitividade, exige dos trabalhadores, propõe também uma formação voltada para a coesão social, ou seja, que se ensine os alunos a “viver juntos”, aceitando e respeitando as desigualdades, ou seja, naturalizando uma questão que é social:

Fundamentalmente, a UNESCO estará servindo a paz e a compreensão entre os homens, ao valorizar a educação como espírito de concórdia, de emergência de um querer viver juntos como militantes da nossa aldeia global que há que pensar e organizar, para bem das gerações futuras. Deste modo, estará contribuindo para uma cultura da paz (DELORS, 1998, p. 31).

Devemos cultivar, como utopia orientadora, o propósito de encaminhar o mundo para uma maior compreensão mútua, mais sentido de responsabilidade e mais solidariedade, na aceitação das nossas diferenças espirituais e culturais. A educação, permitindo o acesso de todos ao conhecimento, tem um papel bem concreto a desempenhar no cumprimento desta tarefa universal: ajudar a compreender o mundo e o outro, a fim de que cada um se compreenda melhor a si mesmo (DELORS, 1998, p. 50).

Esses trechos do Relatório expressam uma educação escolar voltada para a formação de valores de respeito pelo outro, para a ordem democrática, para a solidariedade e para a tolerância com as diferenças sociais.

A problemática daí decorrente é que as diferenças causadas pelas desigualdades sociais passam a ser chamadas de diversidade e, portanto, consideradas como algo a ser respeitado e não superado, como proposto pelas pedagogias contra-hegemônicas¹¹ (SAVIANI, 2014). O resultado é que a luta de classes por uma formação humana verdadeiramente livre e universal dilui-se em um discurso de respeito às diferenças.

¹¹ Saviani denomina de pedagogias contra-hegemônicas as orientações teórico-metodológicas que não se tornaram dominantes e que buscam colocar a educação a serviço das forças que lutam para transformar a ordem vigente visando instaurar uma nova forma de sociedade. Ele cita quatro pedagogias contra-hegemônicas existentes no Brasil: a) pedagogias da “educação popular”; b) pedagogias da prática; c) pedagogia crítico-social dos conteúdos; e d) pedagogia histórico-crítica (SAVIANI, 2014).

O Relatório diz preconizar a educação escolar como um fator de coesão social contra exclusões, uma educação voltada para atender à classe menos favorecida. Ao mesmo tempo, no entanto, apresenta um discurso de respeito e de valorização das diferenças, segundo o qual as escolas não devem propiciar a todas as crianças o mesmo modelo e o mesmo conteúdo de ensino. Isso seria uma imposição cultural, um desrespeito à diversidade cultural (DELORS, 1998):

O respeito pela diversidade e pela especificidade dos indivíduos constitui, de fato, um princípio fundamental, que deve levar à proscrição de qualquer forma de ensino estandardizado. Os sistemas educativos formais são, muitas vezes, acusados e com razão, de limitar a realização pessoal, impondo a todas as crianças o mesmo modelo cultural e intelectual, sem ter em conta a diversidade dos talentos individuais. Tendem cada vez mais, por exemplo, a privilegiar o desenvolvimento do conhecimento abstrato em detrimento de outras qualidades humanas como a imaginação, a aptidão para comunicar, o gosto pela animação do trabalho em equipe, o sentido do belo, a dimensão espiritual ou a habilidade manual (DELORS, 1998, p. 54-55).

Trata-se, portanto, de um discurso sedutor que leva a acreditar que a finalidade é a universalização de uma educação de qualidade para todos. No entanto, sob a justificativa de um ensino que respeita as diferenças individuais, criam-se níveis distintos de ensino. Alguns indivíduos recebem um alto nível de ensino para poder exercer os postos de comando da nossa sociedade, enquanto a maioria recebe apenas o suficiente para vender sua mão de obra no mercado de trabalho:

De fato, o elevado grau de competitividade ampliou a demanda por conhecimentos e informações e, em decorrência, a educação foi eleita estratégica para fazer face à velocidade das mudanças. Se o mundo virou pelo avesso, a educação deve acompanhá-lo na reviravolta. A escola tradicional, a educação formal, as antigas referências educacionais, tornam-se obsoletas. É preciso, agora, elaborar uma nova pedagogia, um projeto educativo de outra natureza. **O discurso é claro: não basta apenas educar, é preciso assegurar o desenvolvimento de ‘competências’ (*transferable skills*), valor agregado a um processo que, todavia, não é o mesmo para todos.** Para alguns, exige níveis sempre mais altos de aprendizagem, posto que certas ‘competências’ repousam no domínio teórico-metodológico que a experiência empírica, por si só, é incapaz de garantir. Para a maioria, porém, bastam as “competências” no sentido genérico que o termo adquiriu hoje em dia, e que permitem a sobrevivência nas

franjas do núcleo duro de um mercado de trabalho fragmentário, com exigências cada vez mais sofisticadas e níveis de exclusão jamais vistos na história (MORAES, 2001, p. 8, grifos nosso).

Portanto, na ênfase a distintas formações segundo a classe social está implícito que os indivíduos, já socialmente desfavorecidos, podem ter comprometido seu desenvolvimento:

Entre as diferentes vias oferecidas aos jovens devem constar as clássicas, mais voltadas para a abstração e conceitualização, mas também outras que, enriquecidas pelas vantagens da alternância entre vida escolar e vida profissional ou social, permitam a revelação de outros talentos e gostos (DELORS, 1998, p. 23).

A preparação para uma participação ativa na vida de cidadão tornou-se para a educação uma missão de caráter geral, uma vez que os princípios democráticos se expandiram pelo mundo. Podemos distinguir, a este propósito, vários níveis de intervenção que, numa democracia moderna, se deveriam completar mutuamente.

Numa primeira concepção minimalista, o objetivo é apenas a aprendizagem do exercício do papel social, em função de códigos estabelecidos. É à escola básica que cabe assumir a responsabilidade desta tarefa: o objetivo é a instrução cívica concebida como uma 'alfabetização política' elementar. Mas, mais ainda do que no caso da tolerância, esta instrução não poderá ser, apenas, uma simples matéria de ensino entre outras.

Não se trata, com efeito, de ensinar preceitos ou códigos rígidos, acabando por cair na doutrinação. Trata-se sim, de fazer da escola um modelo de prática democrática que leve as crianças a compreender, a partir de problemas concretos, quais são os seus direitos e deveres, e como o exercício da sua liberdade é limitado pelo exercício dos direitos e da liberdade dos outros [...].

[...] por outro lado, sendo a educação para a cidadania e democracia, por excelência, uma educação que não se limita ao espaço e tempo da educação formal, é preciso implicar diretamente nela as famílias e os outros membros da comunidade (DELORS, 1998, p. 23).

Nesses excertos, é possível identificar que Delors (1988), em detrimento da oferta de conhecimento abstrato para a maior parcela da sociedade, prioriza valores que contribuem para a competência do “aprender a viver juntos”.

Não podemos nos esquecer de que o conteúdo científico apresenta finalidades distintas em comparação com os valores e conteúdos aprendidos na cotidianidade. O conhecimento científico independe do contexto e, por isso, permite

que os estudantes avancem na apropriação de conhecimentos que vão muito além de suas experiências diretas e imediatas.

Nesse sentido, quando a escola se limita à formação de valores morais e éticos desvinculados dos conteúdos sistematizados, conseqüentemente nega a possibilidade de aprendizado das formas mais evoluídas e complexas de conhecimento já produzido pelos seres humanos, ou seja, das objetivações genéricas para si. Com isso, compromete o aprendizado e o conseqüente desenvolvimento dos indivíduos que já são desfavorecidos por suas condições sociais. Tal forma de ensino, para Libâneo (2016), produz a exclusão, mesmo mantendo o aluno no interior da escola.

A atual educação escolar está voltada para as necessidades da globalização do processo produtivo, cujas demandas formativas se manifestam em novos objetivos, conteúdos e formas de ensino que afetam diretamente a organização das disciplinas escolares. Diante disso, questionamos: quais foram as repercussões dessas necessidades no ensino de Ciências da Natureza?

2.4. A organização histórica do ensino de ciências

Como toda prática social, as ciências, as artes e a filosofia são produzidas nas relações entre os homens e transformadas de acordo com os embates travados entre eles. No momento da transição do feudalismo para o capitalismo, a burguesia, como classe em ascensão e, portanto, revolucionária, fez da ciência um instrumento de luta contra o poder do antigo regime. Toda verdade deveria vir dos conhecimentos produzidos pelas ciências, que assumiriam o lugar da religião. No entanto, no final do século XIX, a burguesia, já como classe consolidada no poder, assumiu um caráter reacionário e criou algumas instituições, dentre as quais a escola pública, laica e obrigatória, para manter a nova ordem e se legitimar (GALUCH, 2013).

Quando a escola pública se efetivou, o caráter revolucionário do ensino dos conhecimentos científicos já não se fazia mais necessário. Nesse momento, a escola assumiu a função de conter os conflitos que ameaçavam a nova ordem social: além de formar valores individuais, passou a se ocupar da formação de virtudes cívicas, como solidariedade, harmonia, cooperação, dentre outras que

garantiriam essa ordem. Ou seja, a escola e o ensino de ciências deixaram de dar ênfase aos conteúdos e passaram a se preocupar com a condução do sentimento de cada cidadão (GALUCH, 2013).

Para tanto, considerava-se que o ensino de ciências naturais precisava ocorrer desde as séries iniciais. A defesa era sempre acompanhada da crítica ao ensino verbalista e de um enaltecimento da observação e da experimentação. Para Rui Barbosa, por exemplo, na “reforma do ensino primário” defendia-se a tese do “verdadeiro ensino de ciências”, não pela transmissão de fatos, mas pela observação e experimentação dos conhecimentos pelo aluno (GALUCH, 2013, p. 102).

Cumprе destacar que, embora as pesquisas dos séculos XIX e XX buscassem a comprovação dessa nova forma de ensino de ciências naturais, suas finalidades eram outras:

Ao defender o ensino de ciências, eles não estavam à procura de um novo conhecimento, mas, sim, buscando uma forma de ensinar que disciplinasse e ‘instrumentalizasse’ o aluno a resolver os problemas que a sociedade, nascida juntamente com o novo método e com a nova ciência, estava apresentando (GALUCH, 2013, p. 104).

O positivismo, uma ampla corrente do pensamento filosófico, cujas raízes vêm do empirismo e cujo principal precursor foi Auguste Comte (1798 –1857), apresentava a ciência como o único meio de construção do conhecimento verdadeiro, não admitindo como verdades quaisquer conhecimentos ligados à divindade e ao sobrenatural. Para Comte, o rigor empírico era o elemento fundante da prática científica. Somente os fenômenos observáveis poderiam ser estudados pela aplicação do método científico, que implicava: seleção, hierarquização, observação, controle, eficácia e previsão. As explicações deveriam se fundamentar nas relações normais de sucessão e similitude (SANTOS et al, 2015).

Entre as ideias positivistas, a que mais continua exercendo influência na prática da pesquisa é a de que a realidade é formada por partes isoladas. Tal ideia permitiu, por exemplo, que as pesquisas sobre o fracasso escolar se desvinculassem de uma dinâmica mais ampla e se baseassem em relações simples, sem um aprofundamento na busca das causas (TRIVIÑOS, 2013).

Outra ideia, muito defendida ainda hoje, é a da “neutralidade da ciência”, ou seja, de que a ciência estuda os fatos para conhecê-los, para exprimir a realidade, e não para julgá-la. No positivismo, “Partia-se da ideia de que tanto os fenômenos da natureza, como os da sociedade estavam regidos por leis invariáveis” (TRIVIÑOS, 2013, p. 38).

Em suma, as ideias positivistas influenciaram e ainda influenciam a organização curricular e as práticas do ensino de ciências. No Brasil, o positivismo foi adaptado e mesclado com o evolucionismo e com o conservadorismo, recebendo forte aceitação dos militares. “A ordem para o progresso, em decorrência desta influência, está estampada na bandeira brasileira até nossos dias (RUCKSTADTER, 2005 apud SANTOS, et al 2015, p. 38827).

Com o golpe militar de 1964, as demandas da nova economia indicavam a necessidade de maiores níveis de escolarização, o que levou à expansão da rede de ensino. No entanto, essa expansão não foi acompanhada de um aumento nos investimentos em educação pública. O resultado foi a crise do sistema educacional que serviu como justificativa para o estabelecimento de diversos convênios com os Estados Unidos até 1971, por meio da Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (United States Agency for International Development - USAID) (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010).

Na década de 1970, o ensino de ciências foi considerado “[...] um importante componente na preparação de trabalhadores qualificados, conforme estabelecido na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN nº 5692/71 ”. Entretanto, ao mesmo tempo que a lei valorizava o conhecimento científico, prejudicou o aprendizado ao criar disciplinas voltadas para o ingresso dos estudantes no mercado de trabalho (Idem, p. 229).

No fim da década de 1970, o país passou por uma grave crise econômica, acompanhada de movimentos populares que reivindicavam a redemocratização do país e a reformulação do sistema educacional brasileiro, cujo fim era o enfrentamento dos desafios do desenvolvimento, no entanto, a formação do professor e a precarização das condições de trabalho não permitiram o alcance desse ideário.

Desde a década de 1960 começaram a chegar em nosso país as teorias cognitivistas que postulam o conhecimento como um produto da interação do aluno

com o mundo. Mas foi somente a partir de meados dos anos 1980, que as teorias de Bruner e Piaget passaram a embasar o ensino de ciências (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010). O conteúdo não deveria ser imposto e transmitido pelo professor, mas construído pelo aluno por meio de pesquisas e experiências. Assim, os métodos expositivos foram substituídos por métodos ativos com base nos quais o aluno “aprendia a aprender” (SAVIANI, 2006).

A busca pela redemocratização, pela paz mundial, e a defesa do meio ambiente e dos direitos humanos passaram a exigir pessoas formadas para viver em sociedade de forma harmônica. Por isso, na década de 1990, o ensino de ciências começou a contestar os métodos ativos de aprendizagem por um discurso de formação de um cidadão crítico, consciente e participativo (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010):

Os professores de ciências deveriam desenvolver suas ações educativas considerando a valorização do trabalho coletivo e a mediação dos sistemas simbólicos na relação entre o sujeito cognoscente e a realidade a ser conhecida, bem como planejar atividades didáticas que permitissem aos estudantes alcançar níveis mais elevados de conhecimento e de desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais, oferecendo-lhes tarefas cada vez mais complexas e apoio didático para que as conseguissem realizar, inclusive com o auxílio dos colegas (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010, p. 232).

Com a promulgação da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN nº 9394/96) e com a elaboração dos PCNs para o ensino fundamental e o ensino médio, em meados de 1990, como já exposto, o ensino deveria formar alunos capazes de buscar informações, analisá-las e selecioná-las, de modo a “aprender a aprender” (Idem). Nesse período surgem as preocupações com as questões sociais, cuja solução demandava conhecimentos básicos das ciências naturais, tais como: equilíbrio ambiental, manipulação gênica, destinos dos lixos, poluição, mudanças climáticas, conservação e preservação do meio ambiente, qualidade de vida, conhecimentos do corpo humano, diferentes formas de geração de produção de energia, entre outros (GERALDO, 2009).

Na década de 2000, desponta a necessidade de haver responsabilidade social e ambiental por parte de todos os cidadãos. Com isso, o ensino de ciências deveria ter como centralidade a formação cidadã, por meio da qual o aluno poderia

rever sua visão de mundo e questionar as ações e as decisões tomadas por ele e pela sociedade (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010). Dessa forma, a responsabilidade pela exploração desenfreada dos recursos naturais para a geração de lucro a qualquer custo, característica do sistema capitalista, foi repassada ao cidadão como um apelo à preservação da natureza.

Com base nessa trajetória histórica, compreendemos que o ensino de Ciências esteve sempre atrelado às necessidades da classe dominante. No princípio, tratava-se de legitimar e manter a nova ordem burguesa, mas, a partir do momento de crise do modo de produção capitalista, o ensino de Ciências passou a servir à sua conservação. Em países desenvolvidos, o domínio da ciência e da tecnologia representa uma arma na luta pelo poder econômico e político mundial e, por isso, a aprendizagem científica é valorizada. Todavia, em países periféricos, como os da América Latina, restou ao ensino de Ciências da Natureza o mesmo papel exercido pelas demais áreas do conhecimento: formar indivíduos capazes de ingressar no mercado de trabalho e de conviver harmoniosamente com as diferenças sociais.

Esse afastamento da educação escolar dos conteúdos mais eruditos da Ciências da Natureza em favor do desenvolvimento das forças produtivas promove um rebaixamento da qualidade do ensino público.

Medeiros (2016), ao analisar o conteúdo e a organização do livro didático de Ciências, identifica nele as orientações dos organismos internacionais expressas no Relatório Delors e nos PCNs. Segundo a autora, a ênfase do ensino é a formação da cidadania e dos valores contidos nos quatro pilares educacionais: aprender a conhecer; aprender a fazer; aprender a viver juntos; aprender a ser.

Nesse cenário, Pinto e Raboni (2010) analisam as muitas dificuldades enfrentadas no ensino de Ciências. Os dados de sua pesquisa revelam diversos problemas, tais como: má qualidade do livro didático que apresenta erros e conteúdo fragmentado; concepções de ciência muito distantes da realidade; ausência de uma definição sobre o que e como ensinar nas aulas; temas superficiais e sem vinculação com outros assuntos. Além disso, afirma que a ênfase e a quase totalidade do tempo recaem sobre ensino da matemática e do português, especialmente na primeira fase do ensino fundamental.

Sforni e Galuch (2006), em uma análise do livro didático de Ciências, um dos recursos mais utilizado como referência bibliográfica pelos professores, verificaram que na última década os conteúdos e as atividades neles propostas enfatizam as situações em que o estudante deve discutir com seus pares e, em seguida, se posicionar “criticamente” diante do tema. A problemática que resulta dessa organização das atividades escolares é a valorização do conhecimento espontâneo do estudante em detrimento do conhecimento científico produzido e acumulado historicamente. Sem a mediação dos conceitos científicos, o processo de formação que se funda no simples posicionamento do estudante, mesmo ocorrendo na instituição escolar, não se diferencia das aprendizagens cotidianas, das objetivações genéricas em si.

Vygotski (2006) evidencia a unidade entre a atividade individual (externa e interna) e a atividade coletiva como condição para a transmutação, para a passagem dos processos intersíquicos em processos intrapsíquicos. Contudo, o aprendizado dos conceitos científicos não ocorre mesma forma como ocorre a internalização dos conceitos cotidianos. Ela exige processos psíquicos superiores, como a atenção voluntária, a memória lógica, a generalização, a abstração etc. Esses processos, por sua vez, só ocorrem se a escola inserir o estudante em uma vasta gama de tarefas que colocam o seu pensamento em curso.

Dessa forma, o desenvolvimento psíquico é um processo que ocorre “de fora para dentro”, por meio das demandas da vida social, a princípio por operações forçosamente externas realizadas sob orientação do *outro* (MARTINS, 2013a), especialmente, pela educação escolar.

Desse modo, o que temos hoje em nossas escolas é uma concepção de educação que prioriza a formação da capacidade de adaptação dos indivíduos às novas exigências produtivas e à ordem democrática. Ao focalizar o desenvolvimento de competências e habilidades para o mercado de trabalho e para relações solidárias e coesas na sociedade, a educação perde a finalidade de formar integralmente os sujeitos, isso é, de promover a formação omnilateral, cuja condição é o aprendizado das formas de conhecimento mais evoluídas produzidas pela humanidade.

Por que se almeja esse tipo de formação? A que necessidades da atual forma de organização do trabalho as políticas educacionais visam atender?

Para responder a essas questões, precisamos analisar as políticas educacionais, situando-as no contexto mais amplo das transformações econômicas, políticas e sociais da contemporaneidade. Isso implica que as práticas pedagógicas não devem ser compreendidas em si, mas, sim, que a pesquisa abranja o cenário social que foi sendo construído ao longo do tempo pelas necessidades do capital.

2.5. A produção flexível e a educação escolar

As formas de produção capitalista produzem implicações na vida dos indivíduos. Cada uma delas demanda um tipo de trabalhador, cuja formação acarreta mudanças na educação escolar (CORIAT, 1988). Nesse sentido, procuramos compreender as implicações do modo de produção atual – a produção flexível – na organização dos processos educativos e, em particular, no ensino de Ciências.

Para tanto, discutiremos brevemente os principais modos de organização do trabalho como parte do desenvolvimento do sistema capitalista. Começaremos pela compreensão do conceito de trabalho, cujo sentido é diferente do expresso pelo termo trabalho assalariado que vigora em nosso dia a dia.

Segundo Marx, o trabalho é uma atividade vital do homem. É o processo pelo qual o ser humano, com sua própria ação, atua na natureza externa para modificá-la e ao fazer isso modifica-se também. Por meio do trabalho, o indivíduo colocou em movimento as forças naturais de seu corpo e desenvolveu novas funções. O trabalho foi o meio que permitiu, em nível filogenético, a passagem do ser biológico para o ser sócio-histórico e, em nível ontogenético, a formação da personalidade humana (MARTINS; EIDT, 2010).

Por mais que uma aranha e uma abelha executem operações semelhantes às de um tecelão e de um arquiteto, apenas o homem, ao agir sobre a natureza externa, é capaz de antecipar mentalmente o resultado de suas ações. Essa capacidade de teleologia, a saber, de imaginação do resultado de seu trabalho, é o que distingue fundamentalmente o homem dos animais. Por isso, o trabalho é uma atividade exclusivamente humana (MARX, 1989).

Já o trabalho assalariado, é a atividade laboral que o homem exerce para a produção de valores. Assim, o trabalho de tecelão não tem mais a finalidade de

tecer, mas, sim, de, produzindo algo que tenha utilidade para outros, ganhar aquilo que assegure a manutenção das suas necessidades básicas – comer, vestir-se, ter um abrigo, um leito (MARX; ENGELS, 1992).

Na sociedade capitalista, o trabalho produtivo ou trabalho assalariado produz alienação, que é um distanciamento entre a riqueza material e intelectual que a humanidade produz e a vida de cada indivíduo singular. Os trabalhadores, em geral, não possuem acesso a uma grande parte dos bens da cultural material e intelectual que o gênero humano já produziu (MARTINS; EIDT, 2010). A alienação é, portanto, produto da divisão do trabalho própria do sistema capitalista.

Quanto à forma de organização da produção, o capitalismo passou por muitas mudanças desde seu surgimento: artesanato, manufatura, grande indústria e, nesta, o taylorismo, o fordismo e o toyotismo. Isso repercutiu na formação educacional: as necessidades e as características do capital em suas diferentes fases imprimiram alterações significativas no processo de escolarização. No interior do próprio capitalismo, diferentes foram as possibilidades ou as impossibilidades de desenvolvimento humano pelo próprio trabalho e pela educação formal. No mesmo sentido, diferentes foram as formas de participação do ensino de ciências na educação escolar.

No modo de produção artesanal os indivíduos eram donos dos meios de produção, ou seja, fabricavam a sua própria ferramenta de trabalho e possuíam o conhecimento de todo o processo de produção da mercadoria.

Na manufatura, instalou-se o que Marx (1984) chama de divisão clássica do trabalho. Nessa fase, marcada pela fragmentação do trabalho, a produção era realizada por uma grande quantidade de operações executadas por trabalhadores especializados em determinados ofícios e concentrados em um mesmo local sob o comando de um proprietário.

No primeiro momento da manufatura, o trabalhador participava de todo o processo de fabricação da mercadoria, realizando as diferentes operações necessárias à sua produção - era o sistema de cooperação simples. Contudo, a exigência de aumento da quantidade e rapidez da produção fez surgir uma nova organização - a cooperação complexa. Nesse caso, as operações se distinguiam uma das outras e cada uma delas ficava confiada a um artífice diferente. No entanto,

as operações deveriam ser executadas ao mesmo tempo pelos trabalhadores (MARX, 1984).

A divisão e a especialização do trabalho que combinava sob um mesmo local ofícios independentes diversos, ocasionou a perda da independência do trabalhador. Além disso, os ofícios se tornaram tão especializados que passaram a ser apenas operações parciais de um mesmo processo de produção. O próprio ofício foi decomposto em diferentes ações particulares, isoladas e individualizadas.

Do ponto de vista do capital, o resultado da fragmentação e da especialização do processo de produção gerou um aumento da produtividade, seja porque permitiu a diminuição do espaço e do tempo que separava as fases da produção de um artigo, seja porque exigiu mais destreza do trabalhador. Contudo, para o indivíduo, ainda que o trabalho continuasse sendo artesanal e dependente das habilidades individuais do trabalhador, a divisão das operações gerava uma limitação do pensamento. O trabalhador deixou de produzir sua própria ferramenta de trabalho e de participar da totalidade do processo de produção. Cada tarefa passou a ter ferramentas e habilidades específicas, fazendo com que “o trabalhador se torne aprisionado a uma única fração do ofício” (MARX, 1984, p. 396). Marx e Engels (1992, p. 21) afirmam que “Não só o trabalho é dividido e suas diferentes frações distribuídas entre os indivíduos, mas o próprio indivíduo é mutilado e transformado no aparelho automático de um trabalho parcial”.

Ao executar apenas uma função parcial e repetir ações sem poder antecipar o resultado final, o trabalhador perdeu o controle da totalidade do processo e, assim, sua capacidade de teleologia, ou seja, perdeu a capacidade que distingue a atividade dos homens e dos animais.

Nesse cenário, quem ganhou foi o capital, que reduziu ou eliminou os custos com a formação de novos trabalhadores, cujo aprendizado ficou restrito a algumas ações no próprio ambiente de trabalho que demandavam pouco tempo. Quem perdeu foi o indivíduo singular, que teve sacrificada uma formação para o desenvolvimento de suas capacidades totais como ser humano.

Com a divisão do trabalho e a diversificação das ferramentas, a manufatura criou as condições materiais para a introdução da maquinaria e, assim, para a superação dos limites de produção da força humana, de ordem tanto física quanto racional. A revolução industrial correspondeu ao advento das máquinas-

ferramentas, que substituíram o trabalhador e suas ferramentas por um conjunto de ferramentas idênticas, acionadas por uma força motriz superior à humana, como a força da água, do vento, do vapor etc. Depois das máquinas-ferramentas, criou-se a máquina-motriz, capaz de impulsionar muitas máquinas-ferramentas ao mesmo tempo (MARX, 1984).

Como possibilitava um aumento da produção e a redução do tempo de realização das atividades, a maquinaria poderia significar tempo livre, descanso para o trabalhador. No entanto, as máquinas não foram criadas para melhorar as condições do trabalho humano e sim para aumentar a produção e o lucro. A substituição dos trabalhadores por máquinas fez com que todos os membros da família, inclusive as crianças, fossem trabalhar nas fábricas.

Marx (1984) ressalta que o trabalho assalariado tomou o lugar dos cuidados parentais e dos folguedos infantis. Embora a lei fabril de 1844 determinasse a presença das crianças nas escolas, muitos eram os atestados falsos de presença, como falso era o trabalho de muitos professores, que não dominavam o conteúdo, inclusive em situações de analfabetismo.

Com efeito, a maquinaria trouxe muitas consequências para a vida do trabalhador: prolongamento da jornada de trabalho, apropriação da força de trabalho de mulheres e de crianças e intensificação do ritmo do trabalho. Se, no artesanato e na manufatura, o trabalhador se servia da ferramenta, movimentava-a e empregava-a como membro de um organismo vivo, na maquinaria, é ele quem serve à máquina, acompanha seu movimento e seu ritmo, ou seja, é a máquina que emprega o trabalhador, e este se torna um complemento vivo de um mecanismo morto (MARX, 1984).

Em relação ao desenvolvimento humano, Marx (1984) afirma que, como resultado da maquinaria, ocorreu uma obliteração intelectual dos adolescentes bem mais profunda do que a simples ignorância natural, caso em que a pessoa não perde a capacidade de desenvolvimento. Nas fábricas, além de os adolescentes apenas servirem às máquinas, os órgãos de seus sentidos eram prejudicados pela temperatura elevada e pela poluição.

A separação entre os que possuíam os meios de produção – os burgueses – e os que vendiam sua força de trabalho – o proletariado – fez surgir transformações na forma de organização do trabalho. Se, no artesanato, os conhecimentos

intelectuais não estavam separados do trabalho manual, na maquinaria, eles se destacaram, sendo incorporados às máquinas. Logo, se a máquina materializava as funções intelectuais, o desenvolvimento do indivíduo deveria acontecer na escola.

Nesse cenário, a Revolução Industrial correspondeu a uma revolução educacional. De um lado, os trabalhadores que operavam as máquinas precisavam adquirir conteúdos mínimos que lhes permitissem realizar seu trabalho; de outro, os indivíduos que planejavam as ações precisavam dominar os conteúdos teóricos. Para um grupo de pessoas, a aprendizagem dos conhecimentos de ciências, física, química e biologia era imprescindível, afinal o domínio dos fenômenos da natureza era condição para o controle da máquina. A tecnologia incorporada na maquinaria só foi possível com o avanço do conhecimento nessas áreas científicas. Alguns conhecimentos foram produzidos primeiramente pelas observações dos próprios trabalhadores e depois modificados cientificamente. Tal avanço foi decorrente das necessidades do processo produtivo e, ao mesmo tempo, sua condição. Foi nesse momento que surgiu a divisão científica do trabalho, qual seja, a divisão entre os indivíduos que executam as ações e os que planejam todo o processo, o que aumenta a diferença entre os que têm acesso aos bens culturais e os que ficam à margem dele (SAVIANI, 2007).

O taylorismo, ou a divisão científica do trabalho, surgiu no período de grande depressão dos mercados, ou seja, de 1873 a 1895, como um meio de resolver alguns problemas, tais como: a falta de demanda por produtos industrializados, o fortalecimento das lutas políticas dos trabalhadores contra os capitalistas por melhores condições de trabalho. Além da intensificação da colonização para abertura de novos mercados, promoveu-se a reorganização do processo de trabalho com base em estudos e parâmetros científicos, seja dos tempos e movimentos seja dos instrumentos de trabalho. O trabalho foi decomposto em elementos, cujos modos operatórios cada trabalhador deveria realizar para aumentar sua produção (CORIAT, 1985).

Do ponto de vista do desenvolvimento humano, a principal consequência do taylorismo foi a expropriação dos trabalhadores de seus conhecimentos sobre o trabalho. O instrumental de trabalho passou a ser definido por aqueles que planejam o processo, cabendo ao trabalhador apenas se adaptar à ferramenta. Com efeito, o

trabalhador foi expropriado de todo o conhecimento que tinha do processo de produção. Os ofícios iam sendo destruídos ao mesmo tempo que se impunha ao indivíduo um trabalho que cindia sua subjetividade humana. Deixando de planejar suas ações e realizando apenas uma fração do processo, o trabalhador passou a ter seus movimentos controlados e cronometrados, em outras palavras, passou a exercer a função de parafusos e alavancas (CORIAT, 1985).

Por volta de 1914, Henry Ford, por meio da implantação de esteiras, introduziu nas fábricas a produção em cadeia. O fordismo pareceu perfeito para o capitalismo porque, promovendo altos índices de produtividade, fortaleceria a produção e o consumo em massa. Para tanto, era necessário imprimir mudanças nos hábitos individuais, criando e padronizando gostos e incentivando o consumo. Para o indivíduo, o fordismo significou mais uma intensificação do ritmo do trabalho. Com a produção em massa e o consumo em massa, o tempo livre do trabalhador era canalizado para o consumo dos produtos por ele mesmo produzidos para que comportamentos considerados não produtivos, como ingestão de álcool e comportamento sexual ocasional, não comprometessem a eficiência do trabalhador (HARVEY, 2003).

Essa forma da produção correspondeu à universalização da escola. Com efeito, por meio dela, o trabalhador poderia adquirir os conhecimentos mínimos necessários para a produção rígida, a saber, conhecimentos para a execução de sua função e para a formação de uma disciplina necessária à sua linha de produção. Por meio das formas de controle, buscava-se a racionalização da produção, do trabalho e da vida do trabalhador. Nesse momento, já não cabia nas escolas a transmissão dos conteúdos das ciências físicas e naturais, como no período em que a burguesia, em ascensão, precisava de uma escola revolucionária. Também já não era função da escola formar indivíduos criativos, ativos e preparados para vida, o ideário do escolanovismo. A partir da segunda revolução industrial – taylorismo e fordismo –, a escola privilegiaria a pedagogia tecnicista, cujo objetivo era formar indivíduos para trabalhar com o máximo de eficiência e organização.

Em meados da década de 1960, o sistema de produção taylorista-fordista começou a apresentar indícios de sérios problemas. Entre 1965 e 1973, mais especificamente, a rigidez desse sistema revelou-se incapaz de conter as contradições inerentes ao capitalismo. Em grandes linhas, observava-se, de um

lado, uma produção em grande escala de mercadorias padronizadas e a baixo custo; de outro, uma massa de trabalhadores não-qualificados e submetidos a intensos ritmos e a péssimas condições de trabalho. Além disso, nas linhas tayloristas/fordistas, uma grande quantidade de tempos “mortos” que eram gastos com complexas técnicas de cadeias de produção, o que tornava a produção “contraproducente” (CORIAT, 1988).

A partir da década de 1970, surgiram muitas pesquisas e experimentações com a finalidade de empregar tecnologia na redução do trabalho vivo na produção das mercadorias e, simultaneamente, no desenvolvimento de novas formas de trabalho (CORIAT, 1988).

A profunda recessão de 1973 deu início a um período de reestruturação econômica e de reajustamento social e político e, em termos de organização do trabalho, a um sistema inteiramente novo, marcado por um confronto direto com a rigidez do sistema criado por Taylor e Ford. Essa nova forma de organização do processo produtivo, chamada de toyotista, apoiava-se “ [...] na flexibilidade dos processos, dos mercados de trabalho, dos produtos e dos padrões de consumo. Surgiram, assim, setores de produção e mercados inteiramente novos, impulsionados pelas inovações comerciais, tecnológicas e organizacionais (HARVEY, 2003, p. 140).

Cumprir dizer que, embora as formas tayloristas/fordistas de divisão do trabalho não tenham sido totalmente superadas e coexistam com o novo modelo, permanecendo até os dias atuais, a característica básica do toyotismo é a flexibilização e, por meio desta, a reintegração das tarefas. A integração das atividades tem como base o uso de tecnologias, como a microeletrônica, a cibernética, a biotecnologia, as fibras óticas, os chips, dentre outras.

Entendemos que as anteriores formas de organização do processo produtivo (manufatura, taylorismo e fordismo) exigiam dos trabalhadores conhecimentos mínimos para atuar nas linhas de produção porque eles executavam apenas uma fração do processo de produção. Suas atividades eram reduzidas a ações mecânicas, repetitivas e imediatas, cujo aprendizado era rápido e ocorria por treinamentos breves no próprio local de trabalho.

No entanto, no modelo de produção flexível, as atividades mecanizadas não são predominantes nas tarefas a ser executadas pelo trabalhador. Este precisa

desenvolver a capacidade de iniciativa e a criatividade para se adaptar a um sistema produtivo dinâmico, já que o mercado, nas palavras de Harvey (2003), acentua a necessidade do novo, do efêmero, do fugaz e do individualismo exacerbado. Por conseguinte, o uso de tecnologias, como computadores e comunicações eletrônicas, que permitem fluxos constantes de informações, exige do trabalhador um desenvolvimento intelectual distinto do requerido nos períodos anteriores. Portanto, a nova condição de trabalho demanda trabalhadores polivalentes e flexíveis, que realizem várias funções e se adaptem às rápidas mudanças do mundo produtivo.

É bom frisarmos que a produção flexível promoveu uma aceleração no ritmo de inovação dos produtos. O tempo de giro na produção foi reduzido significativamente pelo uso da tecnologia e do gerenciamento de estoques “just-in-time”, o que reduz significativamente a quantidade de materiais nos estoques. O tempo de giro do consumo também diminuiu drasticamente, o que significa que a vida útil média de um produto, que era de cinco a sete anos no antigo sistema, agora cai para menos da metade. Ao mesmo tempo, a acumulação flexível produz nichos altamente especializados, de pequena escala, que atendem a uma pequena parcela da população (HARVEY, 2003).

Isso significa que o modo de produção flexível alterou não apenas o setor produtivo, mas também as atitudes, as normas sociais e os hábitos dos indivíduos (HARVEY, 2003). Conforme Marx e Engels (2001, p. 21-22), por meio do trabalho as necessidades humanas ampliam-se e ultrapassam o nível das necessidades de sobrevivência e surgindo as necessidades propriamente sociais:

[...] para viver, precisa-se antes de tudo, de comida, bebida, moradia, vestimenta e algumas coisas mais. O primeiro ato histórico é, pois, a produção dos meios para a satisfação dessas necessidades, a produção da própria vida material, e este é, sem dúvida, um ato histórico, uma condição fundamental de toda a história, que ainda hoje, assim como há milênios, tem de ser cumprida diariamente, a cada hora, simplesmente para manter os homens vivos.

O segundo ponto a examinar é que uma vez satisfeita a primeira necessidade, a ação de satisfazê-la e o instrumento já adquirido com essa satisfação levam a novas necessidades – e essa produção de novas necessidades é o primeiro ato histórico.

No modo de produção flexível a criação dessas necessidades sociais foi exacerbada por um acelerado ritmo produtivo que “[...] celebra a diferença, a efemeridade, o espetáculo, a moda e a mercadificação de formas culturais” (HARVEY, 2003).

O consumidor jamais teve acesso a uma oferta mercantil tão grande. Uma imensa variedade de informações, produtos e marcas disseminou-se pelo mundo. Já desde pequenas, as crianças são educadas para uma uniformização de pensamentos, ou seja, para uma padronização dos gostos, para as modas efêmeras, para a necessidade de possuir o último lançamento dos produtos. Isso leva as pessoas a desenvolver um padrão de consumo bulímico.

A compra de mercadorias deixou de significar atendimento de necessidades básicas e tornou-se sinônimo de felicidade. Passamos a consumir muito mais do que realmente necessitamos e isso deu um “novo fôlego” para a produção industrial. Até mesmo a vida privada tornou-se um espetáculo a ser exibido em grandes e luxuosas festas de aniversário, de casamento, de formatura, dentre outras, o que desvirtua o real significado da data (GALUCH; SFORNI, 2011).

No mundo globalizado, alterou-se também a relação de tempo e distância, pois temos acesso imediato a notícias, imagens e informações vindas dos locais mais diversos do planeta. Estamos conectados o tempo todo e com o mundo todo (LIPOVETSKY; SERROY, 2011). Ressalvamos, porém: por um lado, o ser humano nunca teve acesso a tanta informação em tão pouco tempo; por outro, lado, tanta informação não significa melhor formação. As informações são fatos passageiros que não traduzem os fatores envolvidos. Já a formação, é um processo duradouro, que envolve a compreensão dos fatores subjacentes à constituição dos fatos e dos fenômenos (MARCUSE, 1979).

A marca do modo flexível de produção é a forte volatilidade do mercado que gera o aumento da competição e o estreitamento das margens de lucro. As empresas aproveitam-se dessa disputa por trabalho e renda para impor contratos de trabalhos mais flexíveis, aumentando o ritmo de trabalho em períodos de pico de demanda e diminuindo a carga horária em momentos de redução da demanda. Trata-se da institucionalização do trabalhador parcial ou temporário (HARVEY, 2003). No Brasil, a legislação trabalhista foi recentemente modificada (Lei nº 13.467 de 2017) para atender a esse tipo de organização do trabalho.

Os resultados da acumulação flexível são os altos níveis de desemprego “estrutural” e a rápida mudança nas habilidades requeridas para o trabalho: na produção taylorista/fordista o trabalhador deveria ser disciplinado e treinado para executar atividades repetitivas; a produção flexível requer a formação de indivíduos capazes de tomar decisões e de trabalhar em equipe.

Entendemos, portanto, que cada modo de produção implica uma organização do ensino, na qual os indivíduos são formados para atender às necessidades da produção. Assim, a passagem da produção rígida para a produção flexível exigiu que a escola reformulasse seu currículo e suas práticas pedagógicas para que o indivíduo desenvolvesse capacidades como resiliência, empregabilidade e empreendedorismo.

É nesse sentido que Marcuse (1967) faz a denúncia de que a tecnologia inventada e utilizada pelos seres humanos, desde o início, nunca foi uma vantagem. Ela não livrou o sujeito da labuta, qual seja, da venda de sua força de trabalho para suprir suas necessidades vitais. Ao contrário, serviu para criar novas necessidades, que são impostas às pessoas por interesses sociais e que perpetuam a labuta, a agressividade, a miséria e a injustiça. Ou seja, a ciência e a tecnologia foram utilizadas em favor do capital e não do ser humano.

O mais perverso do sistema de acumulação flexível é o caráter racional de sua irracionalidade. As pessoas não se reconhecem mais em sua individualidade, mas sim em suas mercadorias, em seus automóveis, em suas casas e em suas roupas. Todos passam a agir de forma igualmente irracional, ou seja, conforme os padrões da vida moderna “a tal ponto que toda contradição e toda ação contrária parece impossível”, uma vez que o protesto individual parece ser afetado em suas raízes (MARCUSE, 1967, p. 30). Ou seja, as pessoas passam a ser manipuladas por produtos e mercadorias e acabam desenvolvendo uma falsa consciência que impossibilita qualquer ação em oposição ao *status quo*.

Enfim, entendemos que as mudanças nas formas de organização da produção tinham como objetivo o fortalecimento do capitalismo, a manutenção da ordem social vigente. O trabalho como atividade vital e humanizadora do indivíduo adquiriu no capitalismo status de mercadoria e de atividade alienante, a saber, de distanciamento do ser humano da riqueza material e intelectual já produzida pelas

gerações precedentes. O prejuízo é do indivíduo, que teve negada a possibilidade de seu desenvolvimento em suas máximas possibilidades.

No próximo capítulo, tentando esclarecer por que consideramos que esse tipo de formação não concorre para o desenvolvimento humano, analisaremos como se forma a subjetividade humana, quais os elementos determinantes do seu desenvolvimento e qual é a função da escola nesse processo.

3. A CONCEPÇÃO DE MUNDO PARA SI

Tendo situado historicamente as condições atuais do ensino de Ciências da Natureza, passamos a apresentar os pressupostos do trabalho. Apesar de o tema ser muito discutido a ponto de parecer uma “velha canção aos nossos ouvidos”, consideramos necessário situar a perspectiva da qual estamos falando, os referenciais, princípios e valores nos quais nos baseamos. Compartilhar nosso ponto de partida certamente ajudará o leitor a entender o ponto de chegada e a não esvaziá-lo com o rótulo de “novas receitas para o ensino”. De certa forma, esse primeiro momento é um convite ao posicionamento ou à percepção de que certas lógicas subjacentes à organização do trabalho pedagógico são tomadas de antemão como pilares sustentadores inquestionáveis da ação docente. Tornar claros para nós mesmos os referenciais que guiam a nossa prática é a primeira condição para começarmos a assumir com profissionalismo a condução de nossa ação docente.

Partimos da defesa de que a instituição escolar deve ter como compromisso o ensino de conteúdos científicos que permitam a formação de uma concepção de mundo para além da aprendida cotidianamente. Por isso, entendemos que se justifica identificar os procedimentos de ensino adequados ou não a esse fim. Apesar de nossa investigação ter como objetivo analisar as práticas pedagógicas voltadas para o desenvolvimento psíquico dos estudantes, precedemos essa discussão de uma abordagem da concepção de mundo, de seus diferentes níveis e formas de desenvolvimento e do papel das concepções na condução da vida do indivíduo.

3.1. A formação do conhecimento sobre a realidade

Podemos dizer que cada indivíduo aprende a ser um homem. O que a natureza lhe dá quando nasce não lhe basta para viver em sociedade. É-lhe ainda preciso adquirir o que foi alcançado no decurso do desenvolvimento histórico da sociedade humana [...] (LEONTIEV, 2004, p. 285)

O que identifica o indivíduo como um ser humano não são as características biológicas de sua espécie, mas as que se formam por meio da apropriação da cultura produzida ao longo da história. Conforme Leontiev (2004), o ponto de partida para distinção entre o ser humano e os animais foi a atividade de trabalho. Por meio do trabalho o ser humano produz meios e transforma a natureza a fim de atender às suas necessidades. Ao fazer isso, o ser humano cria novas necessidades externas que exigem uma nova e mais complexa atividade, em um processo contínuo e que não está acessível a todos os indivíduos.

Cumprir dizer que, para chegar ao que é hoje, o ser humano percorreu um longo processo. O marco que o diferenciou radicalmente dos animais superiores foi o salto evolutivo da sua vida sobre a Terra: “[...] o salto da natureza orgânica para a história social [...]” (DUARTE, 2008, p. 23). O *Homo sapiens* libertou-se das leis biológicas, com suas mudanças inevitavelmente lentas e dependentes da hereditariedade, e passou para uma nova etapa na formação do gênero humano: “[...] apenas as leis sócio-históricas regerão doravante a evolução do homem [...]” (LEONTIEV, 2004, p. 281).

No entanto, tal salto não promoveu uma ruptura entre as esferas da vida humana. Leontiev (2004) destaca que o ser humano continuou sujeito às leis do mundo físico e biológico, mas estas, agora, estão articuladas às leis sociais, formando uma unidade que se fortalece tanto pelo fato de “a reprodução social requerer uma permanente troca orgânica com o mundo natural, quanto pelo fato de que, sem natureza, não pode haver ser social” (LESSA, 2007, p. 26 apud ROSA, 2018).

Logo, a mudança evolutiva é que o ser humano atual já nasce com “[...] todas as propriedades biológicas necessárias ao seu desenvolvimento sócio-histórico ilimitado” (LEONTIEV, 2004, p. 281). Ou seja, desde o surgimento do *Homo sapiens* a espécie humana está formada.

Porém, o gênero humano tem sofrido enormes transformações ao longo do tempo. A humanidade vem se enriquecendo ao longo da história, mas a divisão de classes e a falta de acesso de uma grande parcela dos indivíduos às gigantescas possibilidades de desenvolvimento reservam para diferentes indivíduos condições desiguais de humanização.

Ao romper com a dependência das leis biológicas, o sujeito supera a fusão necessidade-objeto, própria dos animais, e se encaminha para uma relação em que ele mesmo e o mundo se tornam objetos. Foi sobre as bases desse rompimento que se formou a natureza humana (MARTINS, 2015).

Para Vygotski (2000), a transformação da natureza pelo homem promove uma mudança irreversível em sua conduta. Ao atuar sobre a natureza externa para transformá-la, ele modifica e domina, ao mesmo tempo, sua própria natureza.

Portanto, as propriedades que tornam o indivíduo pertencente ao gênero humano são obtidas por um processo dialético entre objetivação e apropriação da cultura produzida pelas gerações precedentes.

Ao superar sua relação direta e imediata com o meio, o ser humano teve a possibilidade de antecipar mentalmente o resultado das suas ações. Para tanto, conforme Leal (2016, p. 49), ele precisou ampliar seu conhecimento da natureza e de seu meio social, apropriando-se daquilo que Marx denominou de “forças essenciais da natureza”. Com esse conhecimento os seres humanos puderam atuar sobre os objetos e os fenômenos da realidade.

Esse conhecimento, que permite ao homem conhecer a realidade objetiva e “[...] subordinar a dinâmica dessas forças a seu próprio poder” (VYGOTSKI, 2000, p. 85), tem origem nas sensações e percepções, ou seja, nos modos primários pelos quais o homem capta e forma uma imagem sensorial do mundo, começando a adquirir consciência, a conhecer as origens, as causas, as relações e os efeitos dos fenômenos (ABRANTES, MARTINS, 2007). Formando uma representação mental dos objetos e fenômenos do mundo, ou seja, uma imagem subjetiva da realidade objetiva, ele passa a empregar palavras para designá-los, inserindo-os em determinadas categorias e em um sistema de ligações do qual ele faz parte. Com base nesse sistema de ligações e relações, o sujeito começa a atribuir significados e a formar conceitos sobre a realidade objetiva. Os conceitos são abstrações que enriquecem substancialmente nossas percepções porque guardam toda a riqueza das formas particulares de manifestação de um mesmo objeto ou fenômeno. O resultado é o desenvolvimento de funções cognitivas novas, como o pensamento, o raciocínio e a linguagem (LURIA, 1979).

Segundo Abrantes e Martins (2007, p.316), “[...] o pensamento surge do conhecimento sensorial sobre a base da atividade prática e o excede amplamente

[...]”. Dessa forma, toda atividade humana excede a si mesma porque é mediada pelas ações e significações produzidas pelas gerações precedentes e objetivadas nas formas culturais. A linguagem possibilita que os conhecimentos produzidos por uma geração sejam fixados nos objetos culturais e transmitidos às gerações posteriores pelo intercâmbio de pensamentos. Portanto, asseveram os autores, “[...] inexistente prática (empíria) sem teoria (abstração), e teoria desprovida de prática [...]”. Dessa forma, “[...] até mesmo as representações sensoriais mais elementares da realidade assumem a forma de pensamento [...]” (ABRANTES; MARTINS, 2007, p. 316).

Kopnin destaca que o sensorial e o racional do pensamento não podem ser separados:

O sensorial e o racional não são dois degraus do conhecimento mas dois momentos que o penetram em todas as formas e em todas as etapas de desenvolvimento. O próprio pensamento nunca pode carecer do sensorial quer na sua origem, quer na forma de existência; ele sempre se baseia no sistema de sinais sensorialmente perceptíveis. A unidade entre o sensorial e o racional no processo de conhecimento não significa que um sucede o outro mas que ambos participam necessariamente no nosso conhecimento [...] (KOPNIN, 1978, p.150).

O pensamento surge e se desenvolve por meio de dados materiais captados sensorialmente. Os órgãos dos sentidos colocam o homem em contato com os fenômenos da realidade, com outros indivíduos. Pela linguagem, esses fenômenos se tornam representações mentais que colocam o pensamento em curso.

Segundo Kopnin (1978, p.152), o pensamento pode se apresentar em níveis distintos, a saber: o empírico e o teórico.

O pensamento empírico é a representação mental das manifestações externas acessíveis às nossas sensações e percepções, ou seja, é obtido na experiência imediata: sua forma lógica são os juízos isolados pelo conhecimento imediato da realidade (KOPNIN, 1978). Ele expressa a existência presente, a quantidade, a qualidade, a propriedade e a medida. Para Marx a compreensão empírica é própria de um “observador alheio à ciência”, que “[...] limita-se a descrever, catalogar, expor e esquematizar [...]” os fenômenos da realidade (MARX, p. 177 apud DAVIDOV. 1988, p.123).

O pensamento teórico corresponde à identificação das relações internas e das leis que regem o movimento dos fenômenos. Sua forma lógica é, portanto, a abstração. Esse nível de pensamento reúne, em um todo, em um sistema, o presente observável com o passado formativo e o vir a ser do fenômeno. Expressa as coisas dessemelhantes, multifacetadas e que não coincidem. É por meio do pensamento teórico que se constroem os conhecimentos científicos (KOPNIN, 1978; DAVIDOV, 1988).

Nesse sentido, para conhecer e dominar os objetos e os fenômenos da realidade, o indivíduo precisa superar o conhecimento obtido apenas pela experiência sensorial e buscar as dependências internas essenciais das coisas. Contudo, o conhecimento não passa imediatamente do sensorial-perceptível ao pensamento teórico, mas percorre um longo processo: por meio da relação com outros, os indivíduos se apropriam dos conhecimentos objetivados nas produções materiais e imateriais da atividade sócio-histórica dos seres humanos e, ao mesmo tempo, objetivam seus conhecimentos na prática social.

O fato de o indivíduo nascer e viver em sociedade não garante sua formação como “ser humano genérico”, termo utilizado por Duarte (2013) para caracterizar o desenvolvimento de um pensamento superior, marca que distingue os animais dos seres humanos. É preciso a apropriação dos conhecimentos acumulados nas objetivações genéricas produzidas socialmente e historicamente pela humanidade.

Conforme Duarte (2013) o gênero humano é externo ao indivíduo. A humanização ocorre na medida em que o indivíduo, apropria-se das objetivações genéricas, ao mesmo tempo, em que se insere na história da construção do gênero humano, objetivando-se nela. O autor destaca que sem a objetivação não existiria gênero humano e, por consequência, não existiria o que ser apropriado.

Porém, a divisão da sociedade em classes antagônicas e as relações de produção existentes entre elas, impedem que a totalidade da riqueza material e não material esteja acessível a todos indivíduos, posta a serviço do desenvolvimento da totalidade dos seres humanos. O resultado é que maior parte da humanidade não consegue se objetivar como um ser genérico, permanecendo dentro de limites muito aquém do nível de desenvolvimento já alcançado pelo gênero humano.

Por se tratar de conhecimentos acumulados ao longo da história, essas objetivações apresentam diferentes níveis que se relacionam tanto às formas

cotidianas de comportamentos sociais, de utilização dos objetos, até à erudição produzida pelas ciências, pelas artes e pela filosofia.

Sabemos que, na sociedade capitalista, o conhecimento das ciências e das artes tornou-se propriedade privada de uma classe e, por essa razão, acaba servindo como meio de dominação dessa classe. A cultura produzida é colocada a serviço do desenvolvimento do capital e não do desenvolvimento humano em geral.

Da perspectiva que assumimos, os conhecimentos científicos, artísticos e filosóficos têm o potencial de promoção do desenvolvimento humano e, por essa razão, deveriam ser socializados para todas as pessoas como condição de formação humana e de capacitação para uma vida plena e consciente.

Assim, considerando que não é a apropriação de qualquer objetivação que leva à formação psíquica superior, procuramos compreender a relação que se estabelece entre o aprendizado das distintas objetivações e a formação do psiquismo humano, discutindo, no item a seguir, as objetivações genéricas em si e para si.

3.2. As objetivações genéricas: do em si ao para si

Duarte (2013), em sua interpretação do pensamento de Marx sobre a internalização da cultura, afirma que o homem, no decorrer de sua vida, entra em contato com as objetivações construídas historicamente pelas gerações precedentes, apropria-se delas e, por meio dessa apropriação, objetiva-se como um ser humano histórico e social.

Já, a filósofa húngara Agnes Heller (1991), em sua obra: *Sociología de la vida cotidiana*, distingue a vida social em dois grandes âmbitos: o cotidiano e o das formas não-cotidianas da atividade humana.

Essa distinção corresponde a sua ideia de que as objetivações genéricas, isto é, as objetivações do gênero humano, apresentam diferenças qualitativas. A autora situa na esfera cotidiana o que denomina de objetivações genéricas em si e, nas formas não-cotidianas, as objetivações genéricas para si.

Dentre as objetivações humanas necessárias à vida cotidiana e à sociedade, ela identifica: a linguagem, os usos e costumes e os objetos. Elas correspondem ao

início da vida humana, cujo aprendizado Duarte (2013), apoiado em conceitos de Vygotski e Heller, chama de “individualidade em si”.

Tal nível é considerado em si porque a apropriação ocorre espontaneamente, ou seja, de forma pragmática, em decorrência do convívio social. Por exemplo, a criança aprende a falar a língua materna, a utilizar os objetos e a reproduzir os costumes do local onde vive em razão da relação e da comunicação que estabelece com os adultos, sem que tenha necessariamente consciência disso (HELLER, 1991; DUARTE, 2013).

Para Heller (2004), embora a esfera em si comporte apenas formas cotidianas da vida humana, a formação da individualidade em si é necessária para o desenvolvimento posterior do homem.

As objetivações genéricas para si representam um nível superior porque a apropriação demanda do indivíduo uma relação mais consciente com o objeto. A esse grupo pertencem a ciência, a arte e a filosofia, cuja apropriação requer a superação da forma espontânea, imediata e pragmática própria do cotidiano. Ou seja, ao contrário das objetivações em si, as objetivações genéricas só podem ser apropriadas por uma atividade intencional, conscientemente dirigida para esse fim (HELLER, 1991; DUARTE, 2013;).

Cabe esclarecer que, para Duarte (2013, p. 14), a categoria gênero humano engloba o aparato biológico da espécie humana (a hominização) e também as características historicamente formadas (a humanização). Portanto, por gênero humano não se entendem todos os seres humanos, mas sim “[...] uma categoria que expressa a riqueza cultural humana em sua totalidade [...]”. Isso significa que o desenvolvimento das formas superiores do pensamento humano é uma possibilidade, ou seja, pode ocorrer plenamente ou ser cerceado e limitado conforme as condições de vida e as relações que o indivíduo estabelece com os níveis de objetivação. Essa compreensão é fundamental para a superação de concepções inatistas de que o desenvolvimento ocorre ao longo do tempo, em razão do amadurecimento de funções pré-existentes. Ao contrário disso, o desenvolvimento do ser humano é concebido pelo materialismo histórico-dialético e seguido pela teoria histórico-cultural como produto da apropriação e da objetivação da humanidade historicamente desenvolvida.

Assim, a passagem do “indivíduo em si” em direção ao “para si” não acontece naturalmente (HELLER, 1991). Ela requer do homem uma atitude em relação a suas atividades. Conforme Leal (2016), o indivíduo se reproduz exclusivamente como ser social representante do gênero humano se participar ativamente da prática social, superando suas preocupações e necessidades imediatas por outras mais amplas e gerais das diversas esferas da sociedade: da política, da cultura e da organização socioeconômica.

Como explica Duarte (2015), na atual organização capitalista, a prática social pode alargar ou restringir o desenvolvimento da concepção de mundo dos indivíduos. A ciência, na condição de uma prática social em sua totalidade, como força motriz do progresso da humanidade, promove o alargamento da concepção que os indivíduos têm do mundo. No entanto, quando os conhecimentos científicos ficam restritos a uma parcela da população e quando servem, de forma utilitária, direta e imediata às exigências do capital, afastam-se daquilo que entendemos ser seu papel fundamental, qual seja: a ampliação da concepção de mundo e de uma vida digna das pessoas.

Nessa perspectiva de desenvolvimento da individualidade, a vida do indivíduo comporta dois planos: o em si e o para si. O indivíduo em si “[...] limita-se ao plano das preocupações de sua particularidade, encarada de forma natural e fetichizada” (ANJOS, 2015, p. 15). Para Heller (1991, p. 63), o indivíduo em si

[...] pode entrar em conflito com o mundo no qual ele quer afirmar-se e satisfazer suas necessidades do melhor modo possível. Porém, nesse caso – como já mencionamos – a particularidade se lamenta de tais conflitos, refletidos nela sob forma de descontentamento. A particularidade quer uma vida livre de conflitos, quer sentir-se bem no mundo tal como é, se o mundo lhe garantir um ‘posto’, porém o posto melhor possível. E lutar por tal posto, na medida em que, com frequência, sucumbe – o mundo é efetivamente ‘duro’ e desumano –, sua categoria fundamental é a *preocupação* (como analisou Marx). (grifos do autor).

Ou seja, o indivíduo em si rege sua vida por suas necessidades pessoais, pela posição que ocupa na sociedade. Sua principal característica é a preocupação com a sua própria vida.

Diferentemente, o indivíduo para si, nas palavras de Heller (1991, p. 63):

[...] quer sentir-se bem no mundo, porém não no mundo tal como é, do mesmo modo que não aceita nem a si mesmo de uma forma que possa ser considerada 'definitiva'. Seu conflito é por isso *duplo*: por um lado com o mundo, ou ainda, com uma determinada esfera do mundo; por outro consigo mesmo, com sua própria particularidade, e – como veremos a seguir ao examinar a moral – não somente com esta. Quando o indivíduo choca-se com a 'dureza' e a desumanidade do mundo, não quer velar os conflitos, mas sim *agudizá-los* (até que ponto e com que intensidade, depende da natureza do conflito). Não tem em absoluto 'preocupações'; o indivíduo – segundo Marx – está *indignado*. (grifos do autor).

Portanto, a humanidade do homem não é uma essência a *priori*, inata: é produto de sua vida em sociedade. A apropriação das objetivações em si (os objetos, a linguagem e os costumes), conforme Duarte (2013), faz com que os indivíduos desenvolvam uma individualidade em si. Já as objetivações genéricas para si (a ciência, a arte e a filosofia) constituem a individualidade para si.

Reiteramos que a passagem do caráter cotidiano do conhecimento para o caráter não cotidiano, do em si ao para si, corresponde a um processo dialético de superação por incorporação. Duarte (2013) destaca que não existe uma separação rígida entre o em si e o para si. O em si, segundo Heller (2004, p. 23), é uma “[...] muda unidade vital de particularidade e genericidade”. Ou seja, o em si é uma unidade vital formadora e necessária à própria vida do indivíduo. Já, a apropriação das objetivações genéricas para si proporciona a superação da cotidianidade e o avanço para o máximo desenvolvimento humano já alcançado. Por isso, a individualidade para si refere-se às “[...] máximas possibilidades formativas de desenvolvimento existentes para os indivíduos [...]” (DUARTE, 2013, p. 203-207):

É evidente que a vida de uma pessoa pode tornar-se conscientemente objeto para ela em diversos graus e em diferentes planos de consciência. O limite superior desta consciência é sempre o nível ao qual se desenvolve objetivamente a essência humana no interior de uma determinada sociedade. O limite inferior é sempre a particularidade da pessoa que, como veremos seguidamente, não cessa de atuar nem por um momento, inclusive no indivíduo (HELLER, 1991, p. 53-54).

Portanto, tanto o em si quanto o para si são esferas de conhecimento que permitem ao homem ter domínio e controle da natureza e de si, mas somente as objetivações genéricas para si são “[...] objetivações das relações dos indivíduos

com o gênero humano [...]”. Ou seja, a individualidade para si guarda o máximo grau de liberdade que o gênero humano alcançou em uma determinada época histórica (DUARTE, 2013, p. 152):

Quanto maior é a possibilidade que uma estrutura social ofereça aos homens para moldar de forma relativamente livre o seu próprio destino, quanto maior for, na alternativa que se tem contrária, a possibilidade de mudar efetivamente por meio de uma decisão o curso da história, tanto maior é a predominância do para si (HELLER, 1991, p. 199, tradução nossa).

A individualidade para si possibilita uma existência humana mais livre e universal, mas, em uma sociedade de classes antagônicas, as objetivações mais elevadas do gênero humano não estão acessíveis a todos os indivíduos, o que revela o caráter contraditório da sociedade capitalista (DUARTE, 2013). Hoje, por um lado, vivenciamos um desenvolvimento científico sem precedentes, mas, por outro, “[...] a dominação do homem pelo homem, a miséria, a fome, a ignorância, o desrespeito e a morte de milhões de seres humanos” (ANJOS, 2013, p. 38).

Por isso, a individualidade que a pessoa desenvolve torna-se condição para a formação de sua concepção do mundo. Somente a individualidade para si é capaz de transformar a concepção de mundo dos indivíduos em uma compreensão mais ampla, profunda e consistente da realidade:

O homem, dizia Hegel, é uma criança cuja tarefa não consiste em permanecer no abstrato e incompleto ‘em-si’, mas sim em ser também ‘para-si’, isto é, converter-se em um ser livre e racional. Pois bem, essa transformação da criança, de ser humano em-si, em adolescente – o ser humano para-si – configura o conteúdo principal de toda a crise da idade de transição. Nessa época amadurece a personalidade e sua concepção de mundo, é o período das sínteses superiores produzidas pela crise do devir e o amadurecimento daquelas formações superiores que são o fundamento de toda a existência consciente do ser humano. (VYGOTSKI, 2006, p. 200).

Embora o desenvolvimento das formações superiores seja condição para a formação de uma concepção de mundo, a ausência de um ensino sistematicamente organizado para a transmissão dos conhecimentos científicos, artísticos e filosóficos tem como consequência a obliteração da consciência humana, que se torna refém da empiria e da cotidianidade, como também dos interesses do capital.

Com efeito, não podemos nos furtar à discussão de que o pleno desenvolvimento de uma individualidade e de uma concepção de mundo superior requer a superação da ordem econômica capitalista que torna privada a posse dos produtos do trabalho humano, dentre eles, o produto do trabalho intelectual. Entendemos que a escola, mesmo sendo um produto das relações de produção capitalista, é um importante instrumento de luta pela superação dessas relações e da própria sociedade. Leal (2016, p. 27), parafraseando Suchodolki, afirma: a “[...] atividade que pode mudar o homem deve ser uma atividade que mude as relações entre os homens, arrancando os fundamentos da atual consciência e dando fundamentos para um novo conteúdo de consciência”. Isso só pode ser feito por meio da educação.

3.3. A superação da alienação como condição para a universalidade

Como vimos, a essência humana é produzida pelos próprios sujeitos em sua atividade vital, o trabalho, por meio das relações de produção estabelecidas entre eles. Contudo, o desenvolvimento da produção, a divisão do trabalho e a apropriação privada da terra geraram a divisão dos indivíduos em classes sociais: a dos proprietários e a dos não proprietários.

Essa divisão em classes sociais promoveu uma mudança na concepção ontológica do ser humano. Se o trabalho é a atividade que define a essência humana, não seria possível ao sujeito viver sem trabalhar. No entanto, a propriedade tornou possível à classe dos proprietários viver sem trabalhar, apropriando-se do trabalho dos outros indivíduos (SAVIANI, 2007).

Enquanto nas comunidades primitivas o modo de produção comunal, também chamado de “comunismo primitivo”, possibilitava que todos os indivíduos produzissem sua existência em comum e se educassem nesse mesmo processo, na sociedade capitalista, a divisão de classes impôs uma cisão no processo formativo do ser humano. A identificação natural entre a individualidade e a comunidade foi rompida e em seu lugar surgiu a separação entre trabalho e educação (SAVIANI, 2007).

Essa transformação radical nas relações de produção gera “[...] uma transformação não menos radical da consciência humana, que se torna

qualitativamente diferente”. O homem primitivo, enquanto afugentava um animal, tinha a consciência do objetivo da sua ação e o seu trabalho tinha para ele uma significação social e um sentido pessoal (LEONTIEV, 2004, p. 97). No modo de produção capitalista, o indivíduo perde a consciência dos motivos da sua atividade:

A grande massa dos produtores separou-se dos meios de produção e as relações entre os homens transformaram-se cada vez mais em puras relações entre as coisas que se separam ('se alienam') do próprio homem. O resultado é que a sua própria atividade deixa de ser para o homem o que é verdadeiramente (LEONTIEV, 2004, p. 128).

O indivíduo não reconhece mais as mercadorias que produz como resultado de seu trabalho. As relações sociais são colocadas como coisas externas a ele, com vida própria e com poder sobre a sua vida e sobre a sociedade, um processo denominado por Marx de “fetichismo” (DUARTE, 2013).

Surge um distanciamento entre a riqueza material e intelectual do ser humano e a vida de cada indivíduo. A humanidade vem se enriquecendo no decorrer da história, mas isso não representa o desenvolvimento de todos os homens. A maior parte vive em condições muito aquém de toda riqueza humana já produzida.

Nas sociedades primitivas, o ser humano se encontrava em uma relação natural com as condições necessárias ao provimento da sua vida. Na sociedade de classes essa ligação inicial foi destruída. Para satisfazer suas necessidades de sobrevivência, os indivíduos são coagidos a vender sua força de trabalho, o que significa a alienação do seu trabalho. “Sendo o trabalho o conteúdo mais essencial da vida, devem alienar o conteúdo da sua própria vida” (LEONTIEV, 2004, p. 129).

A consequência da alienação é a separação entre o objetivo e o motivo da atividade humana:

As doze horas de trabalho não têm, de modo algum, para ele, o sentido de tecer, de fiar, de furar etc., mas o de *ganhar* aquilo lhe permita sentar-se a mesa, dormir na cama (LEONTIEV, 2004, p. 131).

Portanto, o trabalho, condição de atividade vital e humanizadora do indivíduo, torna-se, na sociedade capitalista, uma atividade desumanizadora. Martins e Eidt

(2010, p. 677), embasadas em Marx e Engels, afirmam:

[...] quanto mais o trabalho esvazia-se, mais aproxima o homem de sua condição animal, condição em que o trabalho possibilita-lhe, meramente, comer, dormir, procriar. Em outras palavras, o trabalho alienado não permite ao trabalhador o pleno desenvolvimento de suas capacidades e faculdades, mas sim, provoca esvaziamento físico e mental.

Ou seja, o trabalho alienado traz consequências para o desenvolvimento das funções especificamente humanas, ou seja, das funções psíquicas superiores, assunto que discutiremos no item a seguir.

Antes disso, cumpre destacar, ainda que de forma muito breve, que a condição para a superação dessa condição é o reconhecimento das formas alienantes e luta pela abolição das estruturas e instituições que convertem o trabalho em atividade alienante (MARTINS; EIDT, 2010).

A transformação das relações sociais em busca da superação do modo de produção capitalista é um posicionamento na teoria de Vigotski, de Leontiev e de outros autores da teoria histórico-cultural. Esse é também o posicionamento que assumimos neste trabalho.

Reconhecer a escola como produto das relações sociais vigentes e, por isso, suas limitações, não significa que não devemos procurar espaços de luta em seu interior. De nossa perspectiva, o objetivo da educação escolar é contribuir para essa transformação, promovendo o desenvolvimento do psiquismo e da consciência dos indivíduos.

3.4. Concepções de mundo: do senso comum à universalidade

[...] a concepção de mundo é tudo aquilo que caracteriza a conduta global do homem, a relação cultural da criança com o mundo exterior [...] (VYGOTSKI, 2000, p. 328).

Entendemos por concepção de mundo um corpo de conhecimentos e posicionamentos valorativos acerca do mundo, da vida, da sociedade, das pessoas e de si próprio, os quais afetam a conduta global do ser humano (DUARTE, 2016).

Essa concepção é formada na relação que o indivíduo estabelece entre o objeto e o significado. Conforme Heller (1991, p. 359), “Todo juízo funciona sempre,

explícita ou implicitamente, como parte da totalidade de uma teoria, de uma concepção de mundo, de uma imagem do mundo [...]”. Essa relação do indivíduo com a realidade pode, porém, ser pautada por princípios distintos, o que dá origem a diferentes concepções de mundo.

Rosa (2018), em concordância com Tonet (2013), aponta três períodos históricos, nos quais ocorreram grandes transformações na concepção de mundo: 1) o período da Antiguidade; 2) a transição da Idade Média para a Moderna e 3) o início do século XIX, marcado pela decadência ideológica da burguesia e pelo advento do pensamento marxiano.

No período da Antiguidade, gregos e medievais não percebiam o mundo natural e o mundo social como históricos e como resultado da atividade humana. Aos indivíduos cabia apenas uma atitude de passividade e de adaptação à natureza, que não era passível de transformação.

A preocupação das grandes elaborações teóricas antigas e medievais, como as de Platão (426-348 AC), Aristóteles, (384-322 AC), Santo Agostinho (354-430 AD) e São Tomás de Aquino (1225-1274 AD) não se dirigia para a compreensão da natureza, afinal tanto o modo de produção escravista quanto o feudal não exigiam o desenvolvimento de conhecimentos muito profundos sobre os fenômenos naturais, bastavam os adquiridos na prática do próprio processo. Os escravos e os servos tinham a função de produzir os bens materiais, enquanto os homens livres, incluindo a nobreza clerical, deveriam organizar e dirigir a sociedade e a vida espiritual (TONET, 2013).

Assim, os escritos voltavam-se para as questões da polis e da vida para a transcendência. Era preciso encontrar fundamentos sólidos e intemporais que pudessem garantir a permanência e a estabilidade da sociedade. Buscava-se então, uma “ordem universal” dos fenômenos e valores “imutáveis” como a verdade, o bem, a justiça, o belo etc. (TONET, 2013).

Para alcançar essa universalidade, era preciso um desvelamento (*alétheia*, em grego) da “[...] essência universal, sólida, permanente e imutável [...]” das coisas. A busca por essa essência e a formação de valores universais resultava na percepção de um mundo estruturado de forma hierárquica, ordenado e imutável (TONET, 2013, p. 26).

Desse modo, nas sociedades grega e medieval, a concepção de mundo era predominantemente a-histórica, metafísica, idealista, ético-política e ético-religiosa (ROSA, 2018).

A passagem da Idade Média para a Idade Moderna foi marcada tanto pela revolução econômica, social e política quanto por um grande desenvolvimento das ciências, o que significou uma profunda mudança na concepção de mundo, especialmente na concepção de natureza.

Em 1543, a descoberta de Copérnico sobre o centro do Sistema Solar – modelo heliocêntrico – significou o reconhecimento de uma *realidade imanente*. Os conhecimentos medievais, a fonte de saber, a Bíblia, a instituição religiosa e a própria sociedade feudal foram colocadas em dúvida. A Terra e Deus deixaram de ser entendidos como o centro do universo. A mobilidade do planeta contrapunha-se à ideia de que cada ser ocuparia uma posição definida na sociedade e revelava a real mutabilidade da sociedade:

Ela deixava de ser fixa porque os homens estavam deixando o velho mundo para descobrir outros povos e outras terras nunca anunciados na Bíblia. Na verdade, a mudança na ordem hierárquica dos astros correspondia a uma mudança na ordem hierárquica humana, ou seja, no mundo terreno (GALUCH, 2013, p. 35).

Assim, essa disputa entre os modelos heliocêntrico e geocêntrico representava a luta entre as concepções transcendente e imanente de mundo. A passagem do feudalismo para o capitalismo implicou a transição de um mundo concebido como finito, imutável e hierarquicamente ordenado para um mundo em constante movimento e transformação¹². No lugar do indivíduo passivo dos períodos grego e medieval, despontou sua atividade tanto na produção do conhecimento quanto na construção da realidade social. Para isso, ele precisou se apropriar das objetivações produzidas pelas gerações precedentes, as quais se tornaram patrimônio do gênero humano (TONET, 2013).

No entanto, parecia ao indivíduo moderno que os conhecimentos dos antigos não contemplavam os conhecimentos objetivos da natureza, da medicina, das artes

¹² Rosa (2018) destaca que nesse momento surge a noção de concepção de mundo materialista histórica e dialética desenvolvida mais tarde pelo pensamento marxiano.

e das letras que ele precisava dominar para produzir riquezas. Na discussão sobre a utilidade da ciência produzida pelos antigos para a modernidade, encontramos uma importante distinção entre a concepção de mundo dos sujeitos antigos e a dos sujeitos modernos.

Galuch (2013) recorda que Pascal, ao olhar para os avanços da ciência e para as transformações sociais, afirmava: “[...] Os medievais olhavam a natureza para contemplá-la como criação de Deus, já os modernos, olharam-na pensando no comércio [...]”. Ou seja, diante de fenômenos naturais idênticos e com os mesmos olhos (em termos de estrutura física), antigos e modernos enxergavam o mundo de forma distinta. Assim, podemos entender que os indivíduos enxergam as coisas e o mundo conforme suas necessidades.

Com efeito, entre 1830 e 1848, instaurou-se uma decadência progressiva do humanismo, do historicismo e da razão dialética alcançados no período anterior. Com as revoluções de 1848, a classe trabalhadora se apresentou como um sujeito revolucionário que colocava em xeque a ideologia burguesa. Foi nesse momento que a burguesia abandonou sua fase revolucionária e tornou-se reacionária. O resultado foi uma mudança nos interesses teóricos, que deixaram a descrição e a explicação da realidade por “[...] elaborações teóricas úteis e cômodas ao capital” (ROSA, 2018, p. 147).

Assim, para atender às exigências da acumulação do capital, o conhecimento abandonou seu caráter ético-político e ético-religioso e se tornou pragmático e utilitário. “Como deixam muito claro tanto Bacon como Descartes, o conhecimento deve ser um instrumento para dominar a natureza e colocá-la a serviço da humanidade” (TONET, 2013, p. 44). O resultado é uma concepção de mundo moderna, restrita à espontaneidade, ao imediatismo e a conhecimentos superficiais da realidade econômica.

Conforme anunciado no início desta exposição, a terceira grande mudança na concepção de mundo foi o surgimento do pensamento marxiano.

As revoluções da classe trabalhadora no século XIX desencadearam uma profunda crítica da concepção e dos conhecimentos produzidos até aquele momento, os quais passaram a ser considerados ideológicos. Essa ruptura com o padrão moderno permitiu o avanço em direção ao materialismo, à historicidade e à dialética.

Diferentemente das concepções antiga e medieval, segundo as quais existia uma ordem e uma natureza externa e anterior ao homem, e também da concepção moderna, que pregava um mundo construído teoricamente pelo homem, a concepção de Marx é de que a realidade social era resultado da ação humana ao longo do processo histórico e não de forças naturais ou sobrenaturais (TONET, 2013).

Dessa perspectiva, primeiro o indivíduo atua na natureza externa a fim de satisfazer suas necessidades de sobrevivência, como alimentação e abrigo. Nessa atuação, produz instrumentos que o auxiliam em sua atividade, por exemplo, uma lança para caçar animais. A produção desses instrumentos, por sua vez, gera a necessidade de novos conhecimentos sobre a natureza. Esse processo em que novas necessidades são geradas pela atividade de satisfação das necessidades básicas é chamado de primeiro ato histórico (DUARTE, 2013).

Ao transformar a natureza, adequando-a às suas necessidades, o homem constrói a si mesmo. Portanto, na concepção marxiana, a essência humana não é apenas biológica, mas também essencialmente histórica e social. Para Marx, os indivíduos nascem em condições materiais de vida que já são resultado da atividade passada de outros indivíduos e que continuam sendo modificadas pela atividade presente do homem (TONET, 2013).

Com efeito, as elaborações teóricas sobre a vida, a natureza humana e a sociedade são tentativas de explicação do mundo natural e social. No entanto, não são conhecimentos isentos de políticas e de ideologias, nem tomados pelo indivíduo de forma consciente. As ideias podem ser internalizadas de forma espontânea, bastante incoerente e desarticulada. Algumas podem ter um “[...] forte enraizamento afetivo e serem de difícil superação, como é o caso dos preconceitos” e das ilusões que se encrustam de forma profunda na maneira como o indivíduo vê o mundo, a vida, a sociedade, as outras pessoas e a si próprio (HELLER, 2004, p. 43-63 apud DUARTE, 2011).

A adolescência é entendida como o momento de auge da formação da concepção de mundo; nessa etapa do desenvolvimento ocorrem as principais mudanças no psiquismo e na vida. A partir da adolescência, o indivíduo pode desenvolver uma forma de pensamento superior, denominada por Vygotski de

pensamento por conceitos e, assim, dominar seus atos de pensamento e sua conduta.

Leontiev (2004) afirma que esse período da vida é propício para o desenvolvimento de reflexões sobre o mundo. A partir de então, o sujeito passa a ter interesses teóricos, ou seja, interesse por conhecer não apenas a realidade existente, mas também os conhecimentos que existem sobre ela. Diz ele:

Do ponto de vista de consciência, esta passagem à última idade escolar é marcada pelo desenvolvimento de uma atitude crítica face às exigências, às maneiras de agir, às qualidades pessoais dos adultos e pelo aparecimento de interesses novos pela primeira vez verdadeiramente teóricos. Nos alunos maiores, aparece a necessidade de conhecer não apenas a realidade que os rodeia mas igualmente o saber que existe sobre a realidade (LEONTIEV, 2004, p. 309).

Para a psicologia histórico cultural, a adolescência é uma etapa privilegiada do desenvolvimento do indivíduo. Pensando por conceitos, este estabelece relações mais conscientes com a realidade e com as esferas superiores de objetivação do gênero humano, como a ciência, a arte, filosofia e a ética.

Porém, Vygotski (2006) apresenta o desenvolvimento do pensamento por conceitos apenas como possibilidade. Esse é um aspecto importante para a compreensão do desenvolvimento psicológico na adolescência. De um lado, a forma superior de pensamento se desenvolve somente por meio da apropriação das objetivações genéricas para si; por outro, as ciências, a arte e a filosofia só podem ser apropriadas de forma aprofundada a partir da adolescência, por meio do pensamento conceitual.

Sem o pensamento por conceitos e sem condições de ampliar a autoconsciência e o autodomínio da conduta, o adolescente não tem a possibilidade de avançar na direção da formação daquilo que Duarte (2013) denomina de concepção de mundo para si.

Segundo o autor supracitado, ao adquirir a concepção de mundo para si, o indivíduo pode superar a cotidianidade e o senso comum. Esse é um processo de homogeneização, ou seja, de superação das relações da vida cotidiana por relações homogeneizadas, ou seja, relações plenas do indivíduo com as objetivações genéricas para si. Conforme Heller, a hierarquia da vida individual “[...] está sempre

mediada pela concepção de mundo, a qual conduz os valores genéricos para si ao nível do particular e os transforma em motor de suas ações” (HELLER, 1991, p. 343).

Quando o indivíduo homogeneiza sua atividade, está superando o caráter heterogêneo das relações e das atividades da vida cotidiana, podendo concentrar, por um tempo, toda a sua atenção em uma única tarefa. Segundo Duarte (2013), isso pode ser facilmente percebido no trabalho dos artistas e dos cientistas e também na educação escolar. Para o aprendizado do conteúdo sistematizado, durante a realização das tarefas escolares, o estudante precisa homogeneizar suas ações.

Conforme Duarte (2013), a importância do desenvolvimento de uma concepção de mundo para si é que, por meio dela, o indivíduo se torna capaz de hierarquizar suas atividades cotidianas e de conduzir sua vida de forma consciente. Assim, pode formar em si o gênero humano e, conseqüentemente, reformular a concepção de mundo em um processo constante de desenvolvimento.

Segundo Heller (1991), a concepção de mundo não é simplesmente ideologia. Trata-se de uma ideologia individual, uma imagem do mundo em cada pessoa com base no valor-vetor dos aspectos científicos, filosóficos e artísticos, ou seja, a interiorização desses fatores na vida da pessoa. De acordo com a autora, a concepção de mundo conduz os valores genéricos ao nível individual, os quais se configuram como motor das ações do indivíduo.

Como exemplo do desenvolvimento da concepção de mundo, tomamos o estudo de Vygotski (2018, p. 75-76) com três crianças de uma mesma família:

O ambiente externo a essa família é igual para as três crianças. Em essência, é uma situação muito simples. A mãe bebia e, pelo que se viu, sofria de transtornos nervosos e psíquicos por causa disso. As crianças se deparavam com uma situação extremamente difícil. Certa vez, em um momento de embriaguez ou por ocasião de uma crise decorrente do transtorno, a mãe tentou atirar um filho pela janela, espancou e derrubou as crianças no chão. Numa palavra, as crianças viviam num ambiente de pavor e terror.

Trouxeram-nos as três crianças. Cada uma delas apresentava um quadro completamente específico de distúrbio de desenvolvimento na mesma situação. O mesmo ambiente apresentava quadros completamente diferentes nas três crianças.

Na criança menor, tínhamos um quadro que se apresenta com mais frequência junto a crianças pequenas em circunstâncias como essa. Ela reagia a isso com uma série de sintomas neuróticos, isto é, defensivos. Estava oprimida pelo pavor em relação ao que estava

acontecendo. Como resultado, desenvolveu medos, enurese, gagueira; às vezes, simplesmente silenciava ou perdia a voz. Em outras palavras, ela reagia a situação com total abatimento e indefensibilidade.

Na segunda criança, desenvolveu-se um estado de extremo sofrimento (vimos um exemplo quando estudamos uma de nossas crianças).

Exatamente, como se diz, um estado de conflito interno que é frequentemente encontrado em situações semelhantes quando surge uma relação afetiva contraditória da criança com a mãe – lembrem-se do que já falamos –, uma relação ambivalente. Por um lado, a mãe era, para ela, um objeto de muita ligação; por outro, era fonte de medo, das mais pesadas impressões que sentia. Autores alemães denominam esse complexo afetivo que a criança sente de *Mutter-Hexkomplex*, ou seja, “complexo da mãe bruxa”, que é quando se unem o amor pela mãe e o terror diante da bruxa. O segundo filho foi trazido com um conflito evidente, com uma contradição interna decorrente do choque da relação positiva e negativa com a mãe; por um lado, uma relação afetiva forte e, por outro, um ódio terrível dela, ou seja, um comportamento terrivelmente contraditório.

Ele queria voltar prontamente para sua casa e, ao mesmo tempo, expressava pavor quando falavam desse retorno.

Finalmente, a terceira criança, o filho mais velho, à primeira vista, apresentou um quadro inesperado. Acabamos percebendo que se tratava de uma criança de inteligência curta, bastante tímida, mas que, ao mesmo tempo, apresentava traços de alguma maturidade, seriedade e preocupações precoces. Esse filho entendia a situação, entendia que sua mãe era doente e sentia pena dela; percebia que as crianças mais novas estavam em perigo quando a mãe se enfurecia. Coube-lhe um papel específico a desempenhar. Ele deveria levar a mãe para se deitar, cuidar para que ela não fizesse nada com os pequenos e consolá-los. Ele simplesmente se tornou o chefe da família, o único que deveria cuidar dos demais. Como resultado, o curso de seu desenvolvimento mudou bruscamente. Ele não era um garoto de vivacidade correspondente a sua idade, com interesses reais e simples, em vigorosa atividade. Tratava-se de uma criança que se alterara acentuadamente durante seu desenvolvimento, uma criança de outro tipo.

Esse excerto foi escolhido porque retrata o significado atribuído pelas crianças àquela vivência¹³. Embora reconhecendo que muitas variáveis estão envolvidas nesse processo, como a ordem de nascimento, a vivência de violência física e psicológica, não pretendemos traçar um perfil psicológico das crianças.

¹³ “**Vivência é uma unidade na qual se representa, de modo indivisível, por um lado, o meio, o que se vivencia – a vivência está sempre relacionada a algo que está fora da pessoa, e, por outro lado, como eu vivencio isso**” (VIGOTSKI, 2017, p. 78, grifos do autor). Para um conhecimento mais profundo, indicamos: Vigotski. Quarta aula: O problema do meio na pedologia. In: PRESTES, Z.; TUNES, E. (Org.). **Sete aulas de L.S. Vigotski sobre os fundamentos da pedologia**. 1. ed. Rio de Janeiro: EPapers, 2018. p. 73-92.

Vamos nos ater ao sentido atribuído por Vygotski (2000) às etapas do desenvolvimento psíquico e da concepção de mundo daquelas crianças.

No exemplo, as três crianças, vivendo uma mesma situação, apresentam distintas reações e comportamentos, revelando a influência das relações sociais e do aprendizado dos conhecimentos na formação do nível de compreensão e de tomada de consciência da realidade, ou seja, na formação da concepção de mundo.

A primeira, por ser uma criança pequena, não conseguiu compreender a situação e sua reação foi a incapacidade para lidar com aquilo que lhe causava medo.

Para Vygotski (2000), essa incompreensão da realidade ocorre porque tanto o animal quanto a criança pequena não possuem uma verdadeira concepção de mundo. É somente na relação com seus pares, especialmente na idade escolar, quando a criança começa a ter contato com as objetivações para si, que se formam as bases da personalidade e de uma concepção de mundo mais consistente.

A segunda criança vivenciou a situação de maneira inteligível, mas por um “materialismo espontâneo” ou um “realismo ingênuo”. Esse tipo de concepção, segundo Lukács (1996), decorre da própria experiência de vida dos sujeitos; portanto, permanece limitado às experiências práticas e imediatas do indivíduo com a realidade.

O pensamento no materialismo espontâneo pode levar o indivíduo a conceber a realidade de forma bastante tortuosa e fantasiada. É o caso do menino que vivenciou a mãe como uma bruxa.

Reiteramos, conforme Duarte (2016, p. 102), que o pensamento cotidiano precisa ser superado por formas superiores, mas essa superação não ocorre de forma natural e espontânea. “Faz-se necessário um trabalho educativo em direção à conquista de níveis cada vez mais elevados de elaboração consciente da concepção de mundo”.

Assim, entendemos que a concepção de mundo “[...] é sempre simultaneamente individual e coletiva [...]”: pois guarda características singulares das experiências e vivências da vida de cada indivíduo e, ao mesmo tempo, é construída no coletivo por meio das relações com outros indivíduos e do aprendizado das produções culturais das gerações precedentes. É por isso que os graus de elaboração e sistematização das concepções de mundo podem variar

desde o nível do senso comum até o nível da consciência filosófica (DUARTE, 2016, p. 100).

Duarte (2016, p. 103), apoiado em Gramsci, afirma:

[...] o indivíduo não forma sua visão de mundo a partir do nada, nem a constrói unicamente com base em suas próprias experiências individuais. Ele se forma e transforma sua concepção de mundo a partir dos elementos que herda da sociedade e que reelabora de maneira ingênua ou crítica. Por mais inovadora e até revolucionária que possa ser a concepção de mundo de um determinado indivíduo, ela sempre será expressão de sua inserção no curso da história humana, com suas contradições, seus conflitos, seus dramas e seus limites.

Essa transformação da concepção de mundo aparece na terceira criança: o filho mais velho que tinha entre 10 e 11 anos de idade. Diante da situação ameaçadora, o garoto foi capaz de deixar as suas próprias necessidades de lado, de um adolescente, e homogeneizar suas atividades para proteger e ajudar a sua família.

Nesse exemplo, percebemos que a forma e o conteúdo da concepção de mundo constituem-se em uma unidade contraditória: o conteúdo só pode se desenvolver se estiver em determinadas formas e, ao mesmo tempo, não cabe nas antigas formas, razão pela qual a forma também precisa ser modificada.

Transpondo tal ideia para a mudança na concepção de mundo, é possível afirmar que as atividades cotidianas não permitem que o pensamento opere com processos mais complexos de raciocínio. Por outro lado, as formas superiores de pensamento exigem o aprendizado de conteúdos produzidos na prática social (DUARTE, 2016).

Tal tese pode ser exemplificada com o experimento realizado por Luria e seus colaboradores, com o apoio de Vygotski, no início da década de 1930, ou seja, dez anos depois da Revolução Russa. O local da pesquisa compreende aldeias e assentamentos de Uzbequistão e de Khirgizia, na Ásia Central, onde existiam enormes discrepâncias culturais, relacionadas às rápidas mudanças decorrentes do advento da coletivização e da mecanização da agricultura. De um lado, uma alta cultura, que incluía notáveis realizações científicas e poéticas; do outro, uma massa de camponeses analfabetos que viviam isolados dessa cultura sob a dependência dos senhores feudais, proprietários das terras (LURIA, 1992).

Várias situações foram apresentadas aos sujeitos, cuja maioria era iletrada. Uma delas, empregava o raciocínio silogístico, no qual “ [...] um conjunto de julgamentos individuais dá origem a conclusões objetivamente necessárias”. Quando um adulto instruído ouve duas sentenças como: “Metais preciosos não enferrujam. O ouro é um metal precioso”, não as percebe como frases isoladas e justapostas, mas sim como uma relação lógica que permite uma conclusão: “ O ouro não enferruja” (LURIA, 1992, p. 79).

Porém, os sujeitos da experimentação não deram tais interpretações para o seguinte silogismo: "No extremo Norte, onde há neve, todas os ursos são brancos. Novaya Zemlya fica no extremo Norte. De que cor são os ursos lá?":

Não sei. Já vi um urso marrom; nunca vi outros... Cada localidade tem seus próprios animais: se é branca, eles serão brancos; se é amarela, eles serão amarelos.

Nós sempre falamos daquilo que vemos, não falamos sobre o que não vimos.

Bem, é assim: nosso tsar não é como o de vocês, e o de vocês não é como o nosso. Suas palavras só podem ser respondidas por alguém que tenha estado lá, e se uma pessoa nunca foi lá, não pode dizer nada com base em suas palavras.

Se um homem tivesse sessenta ou oitenta anos, tivesse visto um urso branco e falado sobre isso, poderíamos acreditar nele mas eu nunca vi um, então não posso falar. Essa é minha última palavra. Os que viram podem contar, e os que não viram não podem falar coisa alguma!

Neste ponto um jovem Uzbek falou, voluntariamente:

De suas palavras, quer dizer que os ursos lá são brancos’.

Bem, qual de vocês está certo?

O primeiro sujeito replicou: O que o galo sabe fazer, ele faz. O que eu sei, eu falo, e nada além disso! (LURIA, 1992, p. 82 - 83).

As respostas demonstram que os sujeitos utilizaram um raciocínio embasado em sua experiência prática imediata e, assim, não alcançaram a resolução de uma situação não vivida em sua experiência pessoal. Ou seja, a incapacidade de abstração e de um pensamento teórico limita o pensamento dos indivíduos a situações particulares, à prática, o que significa que sua visão de mundo fica restrita ao que podem vivenciar.

Diante do exposto, entendemos que cumpre à educação escolar promover a formação da concepção de mundo materialista histórico-dialética por meio dos conteúdos curriculares, aqui entendidos como objetivações genéricas para si (uma produção humana não cotidiana). Duarte (2015) destaca que, mesmo que não seja de forma explícita, os conteúdos escolares de cada disciplina sempre são portadores de concepções de mundo decorrentes de tais objetivações. A questão é identificar quais conteúdos e formas de transmissão desses conhecimentos são mais adequados à formação de uma concepção de mundo materialista histórica-dialética.

Será que nossas escolas têm conseguido cumprir esse papel? Como tem sido a apropriação de conhecimentos das Ciências da Natureza, área de conhecimento que é objeto da reflexão nesta dissertação? No próximo capítulo procedemos à análise da relação entre o ensino de Ciências da Natureza, o desenvolvimento das funções psíquicas superiores e o pensamento do estudante.

4. RELAÇÕES ENTRE O ENSINO E O DESENVOLVIMENTO DO PSIQUISMO

Se buscamos um ensino que promova o desenvolvimento do psiquismo humano, precisamos compreender como ocorre esse desenvolvimento e qual é a influência de fatores externos nesse processo, a exemplo da aprendizagem dos conceitos das diferentes áreas do conhecimento,

Analisaremos a seguir o desenvolvimento psíquico, centrando-nos em algumas questões fundamentais, tais como: a natureza social do psiquismo, a especificidade dos conceitos científicos para o desenvolvimento das funções psíquicas superiores e as forças motrizes de cada etapa desse desenvolvimento. Consideraremos suas múltiplas determinações e as possibilidades, ou o vir a ser, de sua formação.

4.1. A natureza social do psiquismo humano

A psicologia histórico-cultural difere das concepções tradicionais do psiquismo humano que o explicam de maneira dualista. Uma delas é a da psicologia de cunho idealista, que apresenta o psiquismo como uma manifestação espiritual, uma alma fora do corpo biológico, uma subjetividade a priori que o animal não possui e que independe de aspectos sociais. Outra é a psicologia mecanicista e evolucionista, que considera o psiquismo humano como resultado da evolução das espécies, ou seja, os animais já possuiriam, de forma embrionária, os fundamentos da consciência humana. Dessa perspectiva, a origem do psiquismo humano estaria na evolução das espécies e não na atividade histórica e social do homem (LURIA, 2004; LEONTIEV, 2014).

Na lógica de tais correntes – idealista, mecanicista e evolucionista –, os conhecimentos da psicologia e da pedagogia não poderiam trazer nenhuma contribuição para o desenvolvimento psíquico, visto que este seria algo endógeno, intrínseco, desvinculado da atividade sócio-histórica do sujeito. A essas ciências, portanto, caberia apenas acompanhar o amadurecimento natural e espontâneo do aparelho psíquico dos indivíduos.

A psicologia histórico-cultural, baseada no materialismo histórico dialético, identifica de forma inteiramente distinta a origem da atividade consciente do ser humano. Tal teoria propõe-se a superar a explicação dicotômica de corpo e mente, própria da psicologia tradicional, e, por incorporação, situar as raízes da atividade consciente do ser humano naquela que constitui sua principal atividade histórico e social, a saber: o trabalho.

As peculiaridades da forma superior de vida, inerente apenas ao homem, devem ser procuradas na forma histórico-social de atividade, que está relacionada com o trabalho social, com o emprego de instrumentos de trabalho e com o surgimento da linguagem [...] Por isto as raízes do surgimento da atividade consciente do homem não devem ser procuradas nas peculiaridades da 'alma' nem no íntimo do organismo humano mas nas condições sociais de vida historicamente formadas (LURIA, 1979, p. 74-75).

O trabalho é uma categoria ontológica constitutiva do gênero humano e, como tal, seu significado é distinto do adquirido na sociedade capitalista.

No trabalho o ser humano emprega e prepara os instrumentos para modificar a natureza conforme às suas necessidades. Ao se objetivar na natureza, os indivíduos constroem os bens da cultura material (casas, roupas, objetos etc.) e elaboram conhecimentos sobre o mundo (os conhecimentos científicos, filosóficos e artísticos). Nesse processo, o ser humano transforma a natureza externa ao mesmo tempo em que modifica a si próprio.

Segundo Leontiev (2004) a atividade de trabalho envolve dois elementos interdependentes, a saber: a fabricação de instrumentos e a atividade comum coletiva.

A preparação dos instrumentos de trabalho (físicos e simbólicos) demanda uma reorganização dos movimentos instintivos do sujeito. Este precisa desligar seu comportamento das necessidades imediatas, situando-o em uma estrutura complexa, visto que essa forma de realização do trabalho exige ações e operações auxiliares cujo sentido só será alcançado no resultado da atividade. Por exemplo, segundo Luria (1979) em uma caçada, as ações de assustar e afugentar a caça, acender o fogo e também as operações de correr atrás da caça e friccionar dois pedaços de madeira para a obtenção do fogo promovem uma mudança radical no

comportamento do homem. Nessas ações e operações o indivíduo antecipa, prevê mentalmente o resultado da atividade que realiza com seus pares, o que a torna uma atividade consciente.

Logo, o trabalho, em sua forma original, é o próprio processo de produção do homem. É uma atividade coletiva que demanda cooperação e organização. Supõe uma divisão técnica, embrionária “[...] a se realizar nas relações que os indivíduos estabelecem uns com os outros por meio da comunicação”. (LEONTIEV, 2004, p. 81).

Destarte, ao transformar os objetos naturais em instrumentos, o homem não os utiliza apenas na ação imediata, transforma-os em objetos que servem a uma determinada finalidade na prática social, que adquirem uma função, isto é, que se tornam portadores de uma função social.

Segundo Duarte (2013), a produção de instrumentos fez surgir uma relação que não existia antes: a relação entre sujeito e objeto. Ao passo que o animal e sua atividade formam uma coisa só, o ser humano distinguiu o objeto e sua função. Por sua vez, essa relação entre sujeito e objeto fez surgir um novo fenômeno: os objetos precedem sua existência na consciência dos indivíduos.

Se a realidade pré-existe à consciência humana, a captação dos objetos e dos fenômenos ocorre por meio da apropriação das aptidões e características especificamente humanas acumuladas nos objetos culturais:

Podemos dizer que cada indivíduo aprende a ser um homem. O que a natureza lhe dá quando nasce não lhe basta para viver em sociedade. É-lhe ainda preciso adquirir o que foi alcançado no decurso do desenvolvimento histórico da sociedade humana. O indivíduo é colocado diante de uma imensidade de riquezas acumuladas ao longo dos séculos por inumeráveis gerações de homens, os únicos seres, no nosso planeta, que são criadores. As gerações humanas morrem e sucedem-se, mas aquilo que criaram passa às gerações seguintes, que multiplicam e aperfeiçoam pelo trabalho e pela luta as riquezas que lhes foram transmitidas e “passam o testemunho” do desenvolvimento da humanidade (LEONTIEV, 2004, p. 285).

A apropriação é, portanto, o processo inverso ao da objetivação: é a internalização da atividade humana contida no objeto. Esse fato é o que distingue os instrumentos humanos dos “instrumentos” dos animais. Um símio pode utilizar uma vara para alcançar um fruto para si, no entanto, logo que a vara tenha exercido

sua função é abandonada pelo animal. Por isso, nos animais, a vara não se torna um instrumento para novas operações motoras. Ela é apenas um objeto subordinado à mão do animal, ou seja, as ações realizadas pelo símio com o objeto não ficam objetivadas nele. Já o ser humano, quando aprende a utilizar um instrumento, está internalizando as operações manuais e mentais presentes no objeto. Ou seja, a atividade humana permanece objetivada no instrumento (LEONTIEV, 2004).

A apropriação de um objeto resulta, portanto, em uma reorganização dos movimentos naturais e instintivos do homem, levando à formação de novas aptidões, novas funções psíquicas. Na utilização da vara pelo ser humano, a mão se adapta às operações que ela proporciona. Logo, “cada geração começa, portanto, a sua vida num mundo de objetos e de fenômenos criados pelas gerações precedentes [...]”. Mesmo a linguagem só se desenvolve nos seres humanos, pela aprendizagem da língua que se desenvolveu histórica e socialmente. Assim também é o desenvolvimento do pensamento e a aquisição do saber:

[...] está fora de questão que a experiência individual do homem, por mais rica que seja, baste para produzir a formação de um pensamento lógico ou matemático abstrato e sistemas conceituais correspondentes. Seria preciso não uma vida, mas mil [...] (LEONTIEV, 2004, p. 284).

Portanto, é por meio dos processos de apropriação e de objetivação, que o homem, ao mesmo tempo, modifica a natureza e se modifica.

[...] a apropriação de um objeto – transformando-o em instrumento, pela objetivação da atividade humana nesse objeto, inserindo-o na atividade social – gera, na atividade e na consciência dos seres humanos, novas necessidades e novas forças, faculdades e capacidades [...] (DUARTE, 2013, p. 32).

Nesse processo, as necessidades do indivíduo deixam de ser puramente biológicas e tornam-se necessidades sociais. Conforme Duarte (2004, 2013), para além da satisfação das necessidades elementares, como alimentação, água, abrigo, respiração etc., a atividade do ser humano sobre a natureza resulta na produção dos meios para a satisfação de suas necessidades. Ao produzir os meios

(instrumentos físicos e simbólicos), conseqüentemente, ele cria novas necessidades, por exemplo: a habilidade de transformação dos objetos naturais em instrumentos, o uso dos signos, a desenvolvimento do pensamento e da linguagem para a comunicação e para a antecipação mental de suas ações, as relações sociais mais complexas etc.

Contudo, a cada necessidade suprida¹⁴, surgem novas e mais complexas necessidades que exigem do ser humano um psiquismo mais sofisticado, em um processo que só terá fim com a extinção da espécie humana (LEONTIEV, 2004).

Com efeito, diferentemente dos animais, o ser humano é um ser de natureza social: tudo o que contém de humano nele não provém dos caracteres transmitidos geneticamente, mas de sua em vida em sociedade. Dessa forma, para que o homem se torne humano, não basta seu aparato biológico, ele precisa se apropriar da atividade humana contida nos bens da cultura material e simbólica e objetivá-la em sua prática social:

Resumindo essa relação entre objetivação e apropriação na produção de instrumentos: o ser humano apropria-se da natureza objetivando-se nela para inseri-la em sua atividade social. Sem a apropriação da natureza, não haveria a criação da realidade humana, não haveria a objetivação do ser humano. Sem objetivar-se por meio de sua atividade, o ser humano não pode se apropriar humanamente da natureza (DUARTE, 2013, p. 32).

Porém, na sociedade de classes antagônicas, somente um pequeno número de indivíduos usufrui das maiores e melhores aquisições da humanidade. A maior parte da população só tem acesso àquilo que é próprio de sua própria atividade. O não acesso a essas aquisições resulta no empobrecimento do desenvolvimento humano.

A apropriação da cultura e a objetivação exigem a inserção do homem na história produzida pelas gerações precedentes, ou seja, a dinâmica desses processos está relacionada à atividade passada e transmitida pelos outros seres humanos: “Todas as apropriações realizam-se de forma mediada pelas relações

¹⁴ O desenvolvimento do modo produção especificamente capitalista fez surgir necessidades muito além daquelas destinadas à satisfação das atividades vitais. Marcuse (1967) denomina de “falsas” as necessidades que são superimpostas ao indivíduo, desde a tenra infância, para a criação de um gosto, de um hábito pelas novidades, pelo último lançamento, enfim, da necessidade de se ter muito mais do que é preciso.

com outros indivíduos” (DUARTE, 2013). Para estabelecer relações com outros homens, é necessário que se estabeleça uma atividade de comunicação. Logo, com a necessidade humana de transmitir informações, que vão muito além da expressão de estados emocionais vivenciados, surge uma das conquistas mais importantes para o desenvolvimento psíquico do indivíduo: “[...] a conversão das imagens psíquicas e a construção do sistema de signos denominado linguagem” (MARTINS, 2013a, p. 291).

A linguagem permite que o indivíduo supere a captação sensorial imediata da realidade como o único meio de se relacionar com o real e a substitua por uma representação mental em que as palavras são utilizadas para designar os objetos. Com isso, ele pode desenvolver sua capacidade de pensar, ou seja, de formular ideias sobre objetos, mesmo que estes não estejam presentes em seu campo visual, e idealmente criar novos arranjos mentais. O desenvolvimento da linguagem foi um dos fatos determinantes das profundas transformações do psiquismo humano.

A psicologia histórico-cultural parte da premissa de que a realidade existe fora e independentemente da consciência: cabe ao homem representá-la mentalmente por meio dos signos. Como a realidade objetiva e também a subjetiva não são estanques, mas se modificam no decorrer do tempo por meio da internalização dos conhecimentos sobre essa realidade, a representação mental sofre mudanças. Martins (2013b) chamou de inteligibilidade do real ao maior grau de fidedignidade entre a representação mental e a realidade concreta. Ou seja, a inteligibilidade de um objeto ou fenômeno significa maior consciência da realidade.

Dessa forma, o ser humano, por sua atividade vital, ou seja, pelo trabalho, busca compreender e dominar a natureza a fim de atender às próprias necessidades. Portanto, precisa formar representações da realidade objetiva e o faz por meio de um sistema interfuncional, complexo, constituído por funções psíquicas.

A cada necessidade suprida surgem novas e mais complexas necessidades e isso levou o ser humano a criar signos, ou seja, estímulos-meio que permitem a superação de uma relação sensorial e imediata com a natureza por novas e complexas formas de comportamento. Essas novas propriedades psíquicas foram chamadas por Vygotski (2000) de funções psíquicas superiores.

A sociedade capitalista instaurou uma mudança qualitativa na atividade do homem. As relações naturais e indissolúveis com a “sociedade natural”, as quais significavam a participação de todos nas atividades do trabalho e na divisão social do trabalho como algo dado naturalmente, foram perdidas (DUARTE, 2013). Em seu lugar, surgiram as relações do indivíduo com a dinâmica econômica do capitalismo, as quais tiveram consequências na formação das capacidades superiores dos seres humanos.

4.2. O uso dos signos e o desenvolvimento das funções psíquicas superiores

A psicologia histórico-cultural, ao defender a tese de que o psiquismo é uma representação subjetiva da realidade objetiva, deixa claro que tal representação é formada no cérebro por meio de um sistema complexo de funções psíquicas. As formas de comportamento naturais que denominamos de funções psíquicas elementares são caracterizadas por uma relação direta entre os estímulos e as respostas (nosso comportamento). Tais funções cognitivas e afetivas são: sensação, percepção, atenção, memória, linguagem, pensamento, imaginação e emoções. Elas são comuns aos seres humanos e aos animais superiores.

No entanto, conforme apresentado no item anterior, com os processos de objetivação e de apropriação dos bens da cultura material e imaterial, houve um salto qualitativo no desenvolvimento do psiquismo humano. Segundo Martins (2011, p. 45), “[...] na unidade matéria-ideia o psiquismo humano se edifica, conquistando seu mais complexo atributo: a orientação consciente do comportamento.

Fundamentalmente, o que distingue a atividade dos animais superiores da atividade do ser humano é que, nos animais, a ação é sempre regida por necessidades imediatas do meio, ao passo que o homem conquistou a liberdade de realizar intencionalmente qualquer ação, inclusive aquelas desvinculadas de necessidades e ligadas à satisfação de vontades e desejos. Dentre estes, estão aqueles criados por interesses sociais, pela sociedade do consumo que transforma tudo em necessidade, por meio de propagandas que articulam a posse de produtos e de serviços como sinônimo de felicidade.

Em outras palavras, diferentemente dos animais, o ser humano é capaz de dominar sua conduta (VYGOTSKI, 2000). Isso significa que a ação do sujeito deixa

de estar subordinada às leis naturais para se tornar uma atividade de trabalho, cuja condição *sine qua non*, segundo Martins (2011), é o autocontrole da própria ação e também da dos demais indivíduos.

A criação dos estímulos-meio, chamados de signos, permite o desenvolvimento de formas de comportamento artificiais e mediadas, com as quais, o homem pode controlar seu próprio comportamento e o das demais pessoas. Para Vygotski (2000, p.127), “[...] o domínio da conduta é um processo mediado que se realiza sempre através de certos estímulos auxiliares [...]”.

Os signos resultam em novas formas de comportamento. Ao modificar a reação e a conduta do indivíduo, podem reorientar e reestruturar seu psiquismo (VYGOTSKI, 2000). Nessa reestruturação, as funções psíquicas elementares continuam existindo, mas surgem as *neoformações*, assim denominadas por Leontiev (2004) ao se referir às funções psíquicas novas formadas no decorrer do desenvolvimento individual (ontogênico) por meio da apropriação das formas culturais criadas historicamente pelas gerações precedentes.

Trata-se, portanto, de um processo dialético de superação por incorporação em que as formas de comportamentos naturais transformam-se qualitativamente, tornando-se superiores e voluntárias. Dentre elas, a percepção semântica, a atenção voluntária, a memória lógica, o pensamento por conceitos.

Cumprе esclarecer que não se trata da conversão de uma função psíquica elementar em uma função superior, por exemplo, da atenção em atenção voluntária, mas de modificações *no conjunto* das funções que compõem o psiquismo. A utilização dos signos modifica o modo de operar de uma função psíquica específica, o que faz surgir novas articulações com outras funções, resultando em uma nova forma de manifestação psíquica (MARTINS, 2011). Para Vygotski (2001, p. 21), o que ocorre é um “salto dialético” das funções psíquicas que deixam de representar a realidade de forma imediata e isolada para ser uma representação unificada e generalizada da realidade.

Graças ao desenvolvimento da atividade mediada por signos, especialmente pela linguagem, o ser humano conseguiu superar os limites da captação e da representação sensorial e imediata da realidade, atingindo a representação por meio de palavras. Martins (2011, p 55) destaca que as palavras são os “[...] signos

dos signos” porque é unidade de análise nuclear no estudo do comportamento complexo.

Dessa forma, a necessidade de transmitir certas informações para a realização do trabalho coletivo fez surgir a linguagem humana. No início, eram apenas sons que serviam para transmitir certas informações e estavam sempre entrelaçados à atividade prática e, por isso, não podiam ser compreendidos fora da situação prática. Com o passar do tempo, acrescentavam-se aos sons os atos e os gestos. Muito tempo se passou até que os sons se separassem da atividade prática e surgissem as primeiras palavras autônomas para designar objetos e mais tarde, suas qualidades (LURIA, 1979).

Segundo Luria (1979), a linguagem foi o fator decisivo para a reorganização da atividade consciente do homem: ela foi responsável por promover ao menos três mudanças no psiquismo humano.

A primeira é que os homens puderam designar os objetos, atribuindo palavras para representá-los no cérebro. Superando a imagem sensorial imediata do objeto as representações se tornaram os conteúdos do pensamento. Ao designar um objeto, a linguagem também permitiu que o homem dirigisse sua atenção para ele, tornando-se dirigível e arbitrária. Ao criar palavras para representar e dirigir a atenção para os objetos, o homem os armazena em sua memória, tornando-se capaz de operar mentalmente com eles, mesmo em sua ausência. Destarte, a possibilidade de se desligar da experiência imediata fez surgir no sujeito uma nova função psíquica, a imaginação, ou seja, a capacidade de criação orientada e dirigida a um fim.

A segunda mudança promovida pela linguagem é que o homem pode analisar e classificar os objetos, isso é, generalizar. Por meio da análise e da classificação, ele torna-se capaz de abstrair a impressão imediata do meio e buscar um conhecimento mais profundo das leis que regem os fenômenos. Surgem ideias que se manifestam como juízos e que, a rigor, são os conteúdos do pensamento. Logo, essas capacidades de abstração e de generalização tornam-se condição para a formação da consciência humana (LURIA, 1979).

Por fim, a terceira mudança promovida pela linguagem refere-se à capacidade de comunicação. A linguagem é o veículo de transmissão dos conhecimentos, das habilidades e dos comportamentos desenvolvidos

historicamente e socialmente para as novas gerações (LURIA, 1979). Portanto, para realizar sua atividade vital coletiva, o trabalho, o homem emprega um conjunto de símbolos, em especial a linguagem, que requalifica a totalidade de seu psiquismo.

Cumprido destacar que, embora haja uma estreita interconexão entre linguagem e pensamento, suas origens são distintas. Como já afirmamos, a finalidade primária da linguagem foi a comunicação. Já o pensamento, tem sua finalidade no conhecimento e no controle do comportamento. Assim, segundo Vygotski (2001), os processos de linguagem e de pensamento seguem linhas de desenvolvimento distintas e independentes, tanto que é possível observar na criança uma etapa pré-intelectual da linguagem e pré-linguística do pensamento. É no decorrer do desenvolvimento que essas linhas se cruzam e coincidem. Mais ou menos aos dois anos de idade, a linguagem passa a utilizar o pensamento, tornando-se “linguagem intelectual”, e o pensamento passa a se manifestar pela linguagem, o que chamamos de “pensamento verbal”.

Graças ao desenvolvimento da linguagem, formam-se ideias¹⁵, juízos e operações lógicas de raciocínio¹⁶. Assim, o ser humano pode desenvolver um pensamento que supera as representações sensoriais do meio, é capaz de generalizar a realidade, superar a aparência imediata das coisas e buscar as abstrações que revelem a ciência dos fenômenos. É o que Vygotski denominou de pensamento por conceitos.

4.3. O desenvolvimento do pensamento por conceitos

O pensamento por conceitos é uma atividade psíquica superior que intelectualiza todas as demais funções, promovendo um salto qualitativo das funções espontâneas em voluntárias. A formação de conceitos relaciona-se ao desenvolvimento de capacidades humanas complexas, de operações lógicas de raciocínio, de autoconsciência e autodomínio da conduta. Segundo Vygotski é sobre a base da formação dos conceitos que

¹⁵ Criar ideias e juízos acerca dos fenômenos significa a formulação de [...] princípios e leis cada vez mais gerais e precisos da realidade concreta (MARTINS, 2011, p. 159).

¹⁶ Operações lógicas de raciocínio são capacidades intelectuais de reflexão, análise, síntese, comparação, generalização e abstração que permitem ao ser humano conhecer os fenômenos da realidade para além de sua aparência e imediatez, de modo a formar conceitos e juízos sobre eles.

[...] aparece uma série de funções psíquicas novas, como se reestruturam sobre esta base nova a percepção, a memória, a atenção e a atividade prática do adolescente e, sobretudo, como se unem em uma estrutura nova, como, pouco a pouco, vão se concretizando os fundamentos das sínteses superiores da personalidade, da concepção de mundo (VYGOTSKI, 2006, p. 223).

Ou seja, o pensamento por conceitos guia todo o desenvolvimento psíquico tornando-se a base para a estruturação de duas importantes sínteses: a formação da personalidade e da concepção de mundo.

Mas o que significa pensar conceitualmente? Pensar conceitualmente significa formar uma representação generalizada da realidade, no cérebro, mediada pela linguagem, pelas palavras, cujos significados adquirem o status de conceito.

Um conceito, por sua vez, é “[...] uma imagem de uma coisa em sua complexidade [...]”; “[...] segundo a lógica dialética, não inclui unicamente o geral, mas também o singular e o particular” (VYGOTSKI, 2006, p. 78). Portanto, “[...] elaborar um conceito sobre um algum objeto significa descobrir uma série de nexos e relações do dado objeto com toda a realidade, significa incluí-lo em um complexo sistema de fenômenos” (Idem, p.79).

Seguindo a mesma proposição, Davidov diz que o conceito é uma

[...] forma da atividade mental mediante a qual se reproduz o objeto idealizado e o sistema de suas conexões, que refletem em sua unidade a *generalidade* e a *essência* do movimento do objeto material. O conceito aparece tanto como forma de reflexo do objeto material, como meio de sua reprodução mental, de sua estrutura, ou seja, como singular *operação mental* (DAVYDOV, 1982, p. 300, destaques do autor).

Davidov (1988) denomina essa forma de pensar por conceitos de pensamento teórico. Contudo, cumpre destacar que, conforme Vygotski (2001), a formação de conceitos não pode ser reduzida a uma simples transformação quantitativa de uma forma inferior em uma superior. Ou seja, as funções psíquicas elementares não se desenvolvem como processos independentes, mas, sim, como processos mediados pelo significado da palavra, como processos orientados para a solução de uma dada tarefa. Forma-se, assim, uma nova combinação, uma nova síntese, o pensamento conceitual.

No entanto, o significado da palavra é instável e se modifica no decorrer histórico das sociedades, assim como no desenvolvimento do próprio indivíduo. Não se trata de algo natural, mas de significações que surgem nos distintos estágios do desenvolvimento do pensamento e cuja inteligibilidade é dependente das condições de vida e de educação do homem.

A formação de conceitos compreende um longo e complexo processo durante o qual a criança elabora distintas formas de pensamento: o pensamento sincrético, o pensamento por complexos e o pensamento por conceitos (VYGOTSKI, 2001).

A fase do **pensamento sincrético** corresponde aos anos iniciais da vida, quando a compreensão da realidade pela criança depende fundamentalmente de suas percepções e impressões do meio. A imagem da realidade não é nítida porque o significado da palavra ainda não está completamente definido, ou seja, as palavras ainda não são palavras em sentido estrito, mas, sim, um agrupamento mental de objetos por meio de percepções diretas do meio, de algum traço casual e instável, da proximidade no espaço ou de outro aspecto que chame sua atenção (VYGOTSKI, 2001).

A ausência do significado da palavra nesse momento equivale à:

[...] ausência de significado simbólico do mundo. Daí que, nessa fase, na qual pensamento e ação se identificam, o tratamento dispensado pela criança à realidade subjugase-se, fundamentalmente, às suas percepções e impressões sensíveis. (MARTINS, 2011, p. 171).

Sem o domínio do significado da palavra, a criança não pode formar uma imagem nítida das coisas do mundo. É por isso que seu pensamento resulta sincrético: uma combinação de elementos por algum aspecto externo, casual e instável.

Mesmo quando a criança começa a dominar a linguagem e os significados das palavras coincidem com os significados atribuídos pelo adulto, temos somente a fonética, quer dizer, a parte sonora da palavra. Somente o adulto, que teve acesso a condições favoráveis de vida e de educação, tem a possibilidade de alcançar o significado das coisas da realidade, isso é, o domínio da parte fonética e semântica da palavra. Portanto, entendemos que, nessa fase, o conteúdo do pensamento do

adulto e da criança são distintos e, assim, não é a fala da criança que é sincrética, mas sim o seu pensamento (VYGOTSKI, 2001).

No começo, os agrupamentos da criança apresentam uma “coerência ainda bastante incoerente”, mas, com o tempo, a depender das relações sociais com os adultos, ela avança na aquisição dos significados das palavras e entra na próxima fase de seu desenvolvimento psíquico, o **pensamento por complexos**:

A transição ao novo tipo de pensamento consiste que em lugar da “coerência incoerente” característica da imagem sincrética, a criança começa a reunir figuras homogêneas em um mesmo grupo, formando com elas complexos em conformidade com as relações objetivas que começa a descobrir entre as coisas. Quando a criança alcança essa forma de pensamento supera parcialmente seu egocentrismo e deixa de confundir as conexões entre suas próprias impressões com as relações entre as coisas, o que supõe um passo decisivo no caminho da renúncia do sincretismo e conquista do pensamento objetivo. O pensamento por complexos é um pensamento coerente e objetivo [...] (VYGOTSKI, 2001, p. 137).

Nessa fase, a criança cria diferentes estratégias de generalização: por complexo associativo, por coleção, por cadeia, por complexos difusos e pseudoconceitos.

No **complexo associativo**, a criança reconhece algum traço comum entre os objetos, por exemplo, cor, forma, tamanho etc. Esse traço se torna o núcleo com base no qual ela constrói todo o complexo.

Nesse tipo de pensamento, a criança não utiliza as palavras para designar objetos isolados, com nomes próprios, mas como apelidos. A criança cria um grupo e lhe atribui um nome familiar. Assim, dizer alguma palavra significa falar o apelido das coisas agrupadas pelos mais diversos traços de afinidade (VYGOTSKI, 2001).

No **complexo por coleção**, o núcleo associativo se mantém, mas a criança deixa de agrupar os objetos por semelhança e passa reunir os objetos por complementariedade funcional, conforme o aprendizado decorrente de sua experiência prática e visual. Por exemplo: blusa, saia, sandália etc.

Após o complexo por coleção, a criança começa a agrupar os objetos em **cadeia**, utilizando algum atributo associativo de caráter perceptivo-figurativo concreto (MARTINS, 2011), no qual cada elemento tem ligação direta com o anterior, ainda que o primeiro e o último elemento possam não ter nenhuma relação.

Para Vygotski (2001), o complexo em cadeia é a modalidade mais pura do pensamento por complexos porque pode não conter um núcleo estrutural, como a semelhança ou a funcionalidade, mas sim uma relação entre objetos distintos, como árvore, pássaro, céu, nuvem, avião etc. Isso lhe dá um caráter indeterminado, difuso e conexões altamente variáveis (MARTINS, 2011).

A etapa dos **complexos difusos** refere-se ao pensamento em que a criança agrupa os objetos formando uma espécie de família, à qual incorpora novos elementos.

O grande avanço dessa etapa é que a criança passa a inferir, por ela mesma, relações entre os objetos, superando a união baseada apenas em aspectos visuais e práticos. Por isso, muitas vezes, as relações se apoiam em atributos errôneos, indeterminados ou vagos, o que aos olhos dos adultos se apresenta como uma “rica imaginação” infantil (MARTINS, 2011).

A última etapa dos complexos é a formação dos **pseudoconceitos**. Para Vygotski, os pseudoconceitos são os equivalentes funcionais dos conceitos. São generalizações cuja aparência externa as aproxima dos conceitos verdadeiros, mas cuja essência não é a mesma. Os pseudoconceitos formam-se ainda pelos traços visuais e concretos do objeto, de forma que sua estrutura lógica não é fundamentada em um sistema lógico. Assim, por ter seu aspecto exterior semelhante ao conceito, na comunicação verbal, torna-se difícil reconhecer a distinção entre os pseudoconceitos e os conceitos: “[...] no aspecto externo, nos deparamos com um conceito; no interno, ante um complexo. Por isso o denominamos pseudoconceitos” (VYGOTSKI, 2001, p. 145).

Uma criança pode demonstrar verbalmente ter o domínio do conceito, mas a designação verbal não significa um pensamento conceitual. Os pseudoconceitos estão ancorados nas conexões aparentes, concretas, e baseiam-se na simples associação de objetos que a criança conhece (VYGOTSKI, 2001). Por isso,

A definição e a adoção verbal do “conceito” não apresenta correspondência simultânea com a formação do conceito propriamente dito e, por conseguinte, seu primeiro aspecto – isto é, o domínio verbal – surge frequentemente antes, atuando na mediação com a realidade com relativa independência do seu conteúdo interno (MARTINS, 2011, p. 174).

Para que a criança supere essa condição e avance na direção dos verdadeiros conceitos, precisa realizar operações racionais do pensamento, por meio de análises e sínteses cada vez mais elaboradas (MARTINS, 2011).

Cumprido esclarecer que formas de pensamento sincrético e de pensamento por complexo não desaparecem na adolescência ou mesmo na vida adulta. O que ocorre é uma superação por incorporação. Na esfera cotidiana ou quando o indivíduo se depara com um conhecimento que lhe é desconhecido, apela às formas primárias de pensamento. Esse é um ponto que legitima nossa defesa de uma educação escolar que se ocupe com o devido ensino dos conteúdos científicos.

Os diferentes modos pelos quais a criança vai significando o mundo revelam que o desenvolvimento do pensamento respeita etapas de um longo período de acesso aos bens materiais e não materiais da cultura, o que conduz o indivíduo à possibilidade do desenvolvimento do pensamento por conceitos a partir da adolescência. Ou seja, o adolescente pode não chegar a esse nível de desenvolvimento psíquico se as condições sociais não forem favoráveis.

Com efeito, o avanço do pensamento sincrético ao pensamento por conceitos não se realiza naturalmente pela herança genética e nem com o avançar da idade cronológica. Na dependência das condições concretas de vida e de educação é que a criança vai desenvolvendo os diferentes tipos de pensamento até chegar à possibilidade de uma síntese superior na adolescência – o pensamento por conceitos.

Pensar conceitualmente significa dominar um conjunto de conhecimentos sobre os objetos. O conceito é o reflexo da realidade objetiva no pensamento em seu maior grau de fidedignidade: “[...] o pensamento por conceitos é o meio mais adequado para conhecer a realidade porque penetra na essência interna dos objetos [...]” (VYGOTSKI, 2006, p. 78).

Para que esse longo processo de desenvolvimento do pensamento por conceitos ocorra, é preciso que o indivíduo realize uma série de atos do pensamento até a elaboração de uma síntese teórica. Para Davidov (1988), a formação do conceito requer capacidades de “**reflexão, análise e síntese**”.

A **reflexão** é a tomada de consciência da ação, por meio da qual o indivíduo tem o domínio de suas atividades, reconhecendo a mobilidade delas. Durante a tarefa de estudo, o estudante vai dominando o modo geral de ação para

determinadas classes de problemas e, assim, diante uma nova situação, consegue elaborar uma composição operacional para resolvê-la (SFORNI, 2004). Como a ação não acontece sem a reflexão, Davidov (1988) considera a tomada de consciência da ação como fundamental para o desenvolvimento do pensamento teórico.

A **análise** refere-se à decomposição do todo em partes isoladas ou por suas qualidades. Por exemplo, o indivíduo "... pode separar mentalmente a raiz, o caule, a flor e as folhas de uma planta, ou pode separar mentalmente distintas partes de uma obra musical ou episódios de um relato" (ANJOS, 2017). A análise leva o estudante a identificar os elementos essenciais do problema. Por isso, Sforni (2004) afirma que o professor deve organizar as tarefas escolares e mediar a apropriação dos conteúdos, prevendo que os estudantes desenvolvam ações que os levem ao princípio geral (modo geral de ação) que une o conceito aos demais conceitos.

A decomposição do fenômeno em partes não possibilita a compreensão do todo. É preciso que, após a análise, seja feito o caminho inverso: a **síntese**, que é operação mental que unifica o todo por meio das partes ou das suas qualidades. Para Davidov (1988) a síntese pode ser entendida como um instrumento mediador entre a ação do estudante e a realidade.

Portanto, reflexão, análise e síntese são processos que compõem todas as atividades de pensamento. Contudo, se desejamos a formação de um pensamento superior, é preciso que a educação escolar oriente o ensino dos conteúdos científicos, artísticos e filosóficos por meio de tarefas que coloquem em curso essas operações mentais dos estudantes.

Para tanto, o professor deve dirigir, intencionalmente, a atenção do estudante para as partes ou qualidades do todo, para que ele as separe em um processo de análise e busque a essência e o modo de ação geral. Depois, deve conduzir o pensamento do estudante para que ele possa reconstituir, agora de uma forma mais profunda e consistente, o todo por meio das partes ou qualidades que foram analisadas e, assim, transpor o conceito e seu modo de operação para a resolução de outros problemas da mesma classe.

Diante dessas asserções, podemos afirmar que pensar conceitualmente, teoricamente, é o que permite ao ser humano compreender e dominar os processos mais complexos e profundos da realidade. Ou seja, somente por meio do

pensamento por conceitos é que o indivíduo pode compreender a realidade em sua totalidade, historicidade e movimento. Ao mesmo tempo que permite o domínio da natureza externa, o pensamento por conceitos também possibilita que o adolescente tenha o conhecimento da realidade interna, qual seja, o mundo de suas próprias vivências (ANJOS, 2017): “[...] graças ao pensamento por conceitos chegamos a compreender a realidade, a dos demais e a nossa própria” (VYGOTSKI, 2006, p. 73).

Anjos (2013) busca em Vygotski a compreensão do processo de transformação psíquica na adolescência. Segundo Vygotski (2006, p. 200), é nessa fase de transição que o indivíduo tem a condição desenvolver um pensamento conceitual que supere a visão em si das coisas e atinja uma concepção de mundo para si:

A frase de J. J. Rousseau referente ao período de maturação sexual, de que o homem nasce duas vezes, primeiro para existir e depois para continuar a espécie, pode aplicar-se também ao desenvolvimento psicológico e cultural do adolescente. Tão somente então, ao chegar a esse ponto de viragem, começa o adolescente a prosseguir a vida da humanidade, a vida do gênero humano. Para expressar melhor a diferença entre a criança e o adolescente utilizaremos a tese de Hegel sobre a coisa em si e a coisa para si. Ele dizia que todas as coisas existem no começo em si, por isto a questão não se esgota e no processo de desenvolvimento a coisa se converte em coisa para si. O homem, dizia Hegel, é em si uma criança cuja tarefa não consiste em permanecer no abstrato e incompleto ‘em si’, mas em ser também para si, isto é, converter-se em um ser livre e racional. Pois bem, essa transformação da criança do ser humano em si em adolescente – o ser humano para si – configura o conteúdo principal de toda a crise da idade de transição.

Nesse sentido, pensar conceitualmente é uma novidade que surge a partir da adolescência, cuja principal diferença em relação à etapa anterior, segundo Vygotski (2001), consiste na transformação dos processos intelectuais imediatos em operações mediadas por signos.

O central nesse processo é o uso funcional dos signos e da palavra como um meio através do qual o adolescente domina e dirige suas próprias operações psíquicas, controlando o curso de sua atividade, orientando-a para resolver a tarefa que estava planejada (VYGOTSKI, 2001, p. 131).

Logo, desenvolver um pensamento por conceitos significa aprender a dominar o curso do pensamento e dos próprios atos de comportamento, algo que é denominado de autodomínio da conduta. Esse desenvolvimento é um processo que acontece com a ajuda de meios auxiliares, dos signos, que fazem a interposição entre a atividade do indivíduo e os objetos e fenômenos da realidade.

Antes de pensar conceitualmente, a criança já é capaz de perceber relações relativamente complexas pelo contato visual e direto com os objetos, com os significados e com as ações. Ou seja, a criança compreende e aplica abstrações de diversas classes. No entanto, é na idade de transição que o adolescente, além de relacionar racionalmente os conceitos abstratos e seu conteúdo geral, desenvolve suas verdadeiras capacidades lógicas (VYGOTSKI, 2006).

Cumprir destacar que formas de pensamento conceitual por complexos e até mesmo formas sincréticas de pensamento continuam coexistindo no decurso de vida do adolescente e também da vida do adulto. A depender do domínio da esfera de conhecimento, o pensamento do indivíduo oscila e pode, inclusive, se apresentar em formas mais elementares de pensar.

Apesar de falar da presença do pensamento conceitual na adolescência, Vygotski (2001) apresenta esse pensamento apenas como uma possibilidade. O autor ressalta que o desenvolvimento do pensamento por conceitos depende das condições de vida e de educação do indivíduo. Em outras palavras, depende das possibilidades de apropriação das produções culturais e de objetivação na prática social:

Kroh insiste em que o entorno social da criança exerce uma influência decisiva sobre o desenvolvimento do seu pensamento. Nos meios rurais são numerosos os adultos que não chegam ao nível de desenvolvimento dos escolares. Seu pensamento não supera nunca a esfera visual-direta, não alcançam nunca o pensamento especificamente lógico e suas formas abstratas (VYGOTSKI, 2006, p. 108).

Cumprir reiterar que a formação do pensamento conceitual a partir da adolescência não é produto natural da maturação do indivíduo, mas, sim, de um importante desenvolvimento funcional do cérebro engendrado pela internalização das produções não cotidianas do gênero humano, a ciência, a arte e a filosofia.

Contudo, se o meio não possibilitar a apropriação dessas objetivações mais eruditas, o adolescente pode ter um desenvolvimento empobrecido, muito aquém de suas máximas possibilidades (ANJOS, 2013).

Nesse sentido, para o desenvolvimento do psiquismo humano, são necessárias condições de vida e de educação que permitam que os conhecimentos e as habilidades que estão fora do indivíduo se tornem parte dele, desenvolvendo o que Saviani (2013, p. 13) denominou de segunda natureza. Como afirma o autor, “[...] a natureza humana não é dada ao homem, mas é por ele produzida [...]”. Portanto, entendemos que o desenvolvimento do psiquismo humano é, em sua essência, um processo de educação.

Logo, a educação escolar, com suas diversas áreas do conhecimento (humanas, exatas e biológicas), torna-se fonte para o desenvolvimento do pensamento por conceitos.

Contudo, nem todo conteúdo e nem toda forma de ensino garantem um aprendizado que seja propulsor de desenvolvimento psíquico. Martins (2011) destaca que a imagem subjetiva da realidade objetiva não decorre de uma captação espelhada e mecânica na consciência, mas sim da internalização dos signos da cultura, como a linguagem falada e a escrita, os mapas, os símbolos, as artes etc.

Para que esta internalização se efetive e conduza ao desenvolvimento de um pensamento por conceitos, que é a base da formação da individualidade e da concepção de mundo para si, é indispensável levar em consideração o objeto de ensino, a forma de ensino e a atividade do sujeito da aprendizagem. Como propõe Martins (2011), é necessário levar em consideração a relação tripartite **conteúdo-forma-destinatário** para o planejamento e a organização da educação escolar.

Nos itens a seguir, analisaremos cada um desses elementos como exigência primeira para o planejamento das atividades escolares.

4.4. Conceitos espontâneos e conceitos científicos: diferenças e condições de formação.

No item anterior, abordamos a condicionalidade entre a formação de conceitos e o desenvolvimento psíquico do ser humano. Em razão da importância

desse conteúdo, cumpre analisar as condições para a formação dos conceitos que, na sociedade atual, é realizada prioritariamente na escola.

A educação escolar se diferencia da educação cotidiana, informal, espontânea porque seu núcleo é o ensino dos conhecimentos eruditos que não são aprendidos na cotidianidade. Como afirma Saviani (2006; 2013), cabe à escola transmitir os conteúdos clássicos, sistematizados (episteme), que conduzem à superação do senso comum (doxa) e dos conhecimentos pautados apenas na experiência de vida, transmitidos pelos mais velhos aos mais jovens (Sophia).

Conforme apresentamos no item anterior, Vygotski (2001; 2006) e Davidov (1988) entendem que o pensamento teórico se forma sobre as bases da apropriação dos conhecimentos científicos, artísticos e filosóficos elaborados historicamente pela humanidade.

Nessa direção, faz-se necessário abordar a distinção entre conteúdos cotidianos e conteúdos científicos em sua relação com o desenvolvimento psicológico. Para Vygotski (2006), essas duas formas de conhecimento não incidem no psiquismo da mesma maneira: somente os conteúdos científicos são capazes de colocar em curso as funções psicológicas superiores que permitem transformações nas atitudes do estudante diante da realidade concreta.

Faz parte desse entendimento a ideia de que somente atividades escolares organizadas sobre a base dos conteúdos científicos exigem um pensamento “teórico”, um alto grau de abstração e de generalização capaz de levar à elaboração de uma representação da realidade mais profunda e consistente.

Duarte (2016) busca em Gramsci e em Lukács elementos para explicar a necessidade e a superioridade dos conteúdos científicos, artísticos e filosóficos. Para Gramsci (1991), a importância dos conteúdos científicos é que eles oportunizam o combate ao folclore e ao conhecimento mágico que reduz a visão de mundo do indivíduo ao senso comum. Um exemplo do poder do conhecimento científico no desenvolvimento do indivíduo pode ser encontrado no estudo do latim e do grego na escola tradicional:

As noções singulares não eram aprendidas visando-se a uma imediata finalidade prático-funcional: essa finalidade não se revelava, pois o que contava era o desenvolvimento interior da personalidade, a formação do caráter através da absorção e da assimilação de todo o passado cultural da civilização europeia

moderna. Não se aprendia o latim e o grego para saber falar essas línguas, para servir de camareiro, de intérprete ou de correspondente comercial. Aprendia-se a fim de conhecer diretamente a civilização dos dois povos, pressuposto necessário da civilização moderna, isto é, a fim de ser e de conhecer conscientemente a si mesmo (GRAMSCI, 1991, p. 133).

Nessa perspectiva, o ensino do latim e do grego cumpriam a finalidade de uma vivência temporal da humanidade, ou seja, a possibilidade de os alunos incorporarem a riqueza de uma civilização que guarda as origens da civilização moderna (DUARTE, 2016). Ou seja, o ensino da gramática não tinha como objetivo uma formação para o mercado de trabalho, mas, sim, o desenvolvimento da personalidade para além da cotidianidade dos alunos no sentido de apropriação de uma cultura que foi o berço daquilo que temos hoje.

Esse “afastamento” momentâneo da realidade não significa a desvalorização da cotidianidade da vida do aluno. Vygotski (2001) afirma que os conceitos científicos operam grandes transformações no psiquismo do aluno sobre uma base formada pelos conceitos cotidianos. Por isso, para poder se apropriar dos conteúdos científicos, o aluno precisa ter dominado uma série de conhecimentos espontâneos no decurso de sua vida cotidiana.

Portanto, “afastar” o estudante de sua vida cotidiana significa criar um espaço para o estudo do conhecimento sistematizado. Este é definido por Lukács (1996, p. 379) como “conhecimento desfetichizador” porque possibilita a revelação da aparência falseadora levando à superação das condições de alienação e à recuperação da atividade humana na história. Dito de outra forma, devemos ensinar os conteúdos científicos aos alunos para que eles possam superar as concepções de mundo espontâneas e fetichizadas por uma concepção de mundo para si, condição necessária ao desenvolvimento do autodomínio da conduta e da autoconsciência.

Com efeito, a importância do desenvolvimento do autodomínio da conduta está na capacidade de o indivíduo hierarquizar conscientemente as atividades cotidianas, incluindo o controle dos próprios sentimentos e emoções. A formação da autoconsciência refere-se à interiorização da consciência social, o que torna possível a formação da visão sobre vida e as relações entre as pessoas.

Corroborando essa tese, Young (2016) afirma que não se trata de um conhecimento “bom” e outro “ruim”, mas de estruturas e finalidades distintas. Os conhecimentos das ciências independem do contexto, o que significa que os estudantes podem avançar em conhecimentos sobre o mundo que vão muito além de suas vivências. Já os conteúdos de senso comum, são diretamente ligados ao contexto das pessoas e, por isso, não permitem que o pensamento delas ultrapasse esse contexto.

Na atualidade, considerando as orientações dos documentos oficiais para a educação escolar, falar de um ensino de conteúdos que não estejam ligados diretamente à vida cotidiana dos alunos tornou-se uma heresia, um retrocesso à escola tradicional com um ensino mecanizado e artificializado. Na verdade, em tais orientações desconsidera-se o que Vygotski aponta como força e debilidade dos conceitos cotidianos e dos científicos. Enquanto a debilidade dos conteúdos cotidianos se caracteriza pela ausência de abstração, sua força está no predomínio do concreto. Já, a debilidade dos conceitos científicos está em seu verbalismo, e sua força, em sua alta capacidade de síntese, de sistematização e de generalização (VYGOTSKI, 2001). Dessa forma, nas atividades de ensino, o professor deve buscar a força do concreto nos conhecimentos cotidianos, de forma a superar o verbalismo dos conhecimentos científicos para alcançar as abstrações que eles possibilitam.

É nesse sentido que Sforni (2004) afirma que, diferentemente do conhecimento espontâneo, que é aprendido no cotidiano, o conteúdo científico “[...] se adquire de forma desvinculada da experiência imediata, em momentos organizados com o fim de ensinar e aprender”. Ou seja, a apropriação desses conhecimentos vai além da experiência sensorial, imediata e espontânea e demanda atos do pensamento: reflexão, análise e síntese. Tais atos são operações lógicas de raciocínio do pensamento cotidiano, mas podem conduzir a um maior grau de complexidade mediante a apropriação dos conteúdos científicos, artísticos e filosóficos.

Entendemos, portanto, que somente os conteúdos científicos captam os nexos abstratos e a essência dos objetos; seu aprendizado possibilita que a realidade seja refletida mais profundamente pelo pensamento.

Sabemos que muitas vezes a ciência moderna limitou sua produção de conhecimentos ou dirigiu muitos deles para a construção de uma ciência que traz malefícios e prejuízos para humanidade, em atenção às exigências da produção capitalista. Contudo, consideramos que seria um equívoco identificar a ciência apenas por esse propósito; afinal, o limite não está nela própria, mas no fato de ser apropriada por uma classe que a colocou a serviço do capital e não da sociedade em geral. Portanto, acreditamos em seu papel decisivo no desenvolvimento das melhores formas que a humanidade pode alcançar.

A ciência e o ensino das ciências são instrumentos da própria sociedade capitalista para manter e aprimorar as condições já existentes; ao mesmo tempo, contraditoriamente, são meios de tomada de consciência dessa própria condição e também de sua possível superação.

Acreditamos que o ensino das ciências se justifica pela própria função da escola, qual seja, a de colocar o pensamento do estudante em curso. A apropriação dos conhecimentos científicos exige uma orientação conscientemente dirigida, uma voluntariedade e um autodomínio da conduta, ou seja, formas de comportamento que engendram as funções psíquicas superiores, como a percepção semântica, a atenção voluntária, a memória lógica, o raciocínio abstrato, etc.

Com a devida compreensão de que os conteúdos científicos, denominados por Young (2016) de conhecimento poderoso, são os responsáveis pelas transformações mais decisivas do psiquismo, apontamos a relevância do trabalho do professor no seu ensino:

Nós somos as pessoas que oferecem conhecimento poderoso e compartilhado para as crianças da nação. Esse conhecimento vem de séculos de aprendizagem e de pesquisas feitas por universidades e associações disciplinares. Ele é poderoso porque permite que as crianças interpretem e controlem o mundo; é compartilhado porque todas as nossas crianças devem ser expostas a ele. É justo e equitativo que seja assim. Não é justo nem equitativo quando um conhecimento de baixa qualidade é oferecido às crianças, o que não as leva para além das próprias experiências (YOUNG, 2016 p. 35).

No entanto, na atualidade, conforme os índices de desempenho dos alunos verificados nas avaliações institucionais, já analisados anteriormente neste trabalho, é justamente o ensino de baixa qualidade que tem vigorado na maior parte

das escolas. Observa-se, por um lado, um esvaziamento do conteúdo científico; por outro, o agravante de que, mesmo quando ele é ensinado, a forma de organização das tarefas escolares não permite que o estudante coloque em curso suas funções psíquicas superiores e tome consciência de sua própria atividade mental.

As práticas pedagógicas atuais da educação básica valorizam atividades cuja finalidade é o desenvolvimento de atitudes, valores, competências e habilidades para atender ao mercado de trabalho (GALUCH; SFORNI, 2011). A problemática que surge de um ensino organizado nessas bases é que ele não possibilita que os estudantes se apropriem dos instrumentos simbólicos necessários para o desenvolvimento omnilateral dos indivíduos.

Agravando ainda mais esse cenário, mesmo quando os conteúdos científicos estão presentes, a organização das atividades pedagógicas é embasada na lógica formal. Nem sempre se tem consciência disso:

É priorizada uma forma de ensino em que a introdução de novos conceitos segue sempre a mesma estrutura: um pequeno texto, às vezes, com apenas uma frase, acompanhado de vários exemplos. Após a apresentação do conceito, surgem os exercícios que, normalmente, exigem a reprodução das mesmas palavras e exemplos citados. Na sequência, um novo texto apresenta um novo conceito e a dinâmica se repete. [...] Um exemplo disso está, inclusive, explícito nos objetivos propostos por muitos planejamentos: identificar, reconhecer, nomear, classificar, citar... Ao aluno resta a tarefa de 'fixar' ou reconhecer atributos dentro de um âmbito previamente definido (PALANGANA; GALUCH; SFORNI, 2002, p. 115-116).

Esse tipo de organização do ensino foi identificado por Medeiros e Sforni (2016) em sua análise do livro didático de Ciências da coleção Porta Aberta. Conforme as autoras, as atividades do livro solicitam que o estudante observe as características dos objetos alvo do estudo por meio de listas ou desenhos e separe, nomeie e classifique para encontrar o que é geral e, assim, formule a definição verbal que sintetiza o objeto. A questão é que essa sequência de atividades nem sempre é suficiente para que ele chegue a um conceito sobre o objeto de estudo.

As autoras supracitadas também constataram que, obedecendo às orientações dos PCNs, a organização didático-metodológica das atividades de ensino constante no livro didático expressa a valorização dos conhecimentos

cotidianos e dos conhecimentos empíricos e a adoção dos princípios da lógica formal.

Um ensino pautado nessa lógica pressupõe tarefas em que o estudante opere com traços sensoriais, obtidos diretamente dos objetos de estudo. Dessa forma, o conceito é examinado apenas em sua aparência e de um único ponto de vista, somente em sua semelhança com outros, sem que se revelem as condições de existência do objeto integral em sua especificidade (DAVIDOV, 1988). Nas tarefas, não cabe a discussão sobre a verdade ou a falsidade das premissas, por isso, podemos dizer que a lógica-formal não se ocupa das verdades objetivas e concretas.

Além disso, os princípios da lógica-formal não consideram a historicidade, a necessidade humana que motivou a elaboração de determinado conteúdo. Apenas a forma final, ou seja, a síntese conceitual é alvo de estudo.

Disso decorre a problemática de atividades organizadas nessa perspectiva. Nelas não são criadas as condições para que o estudante internalize o conceito como um instrumento cognitivo que lhe permita estabelecer relações explicativas para diferentes fenômenos.

O resultado dessa forma de ensino é, conforme Davidov (1988), o desenvolvimento de um pensamento de nível empírico, qual seja, da capacidade de pensar a realidade de forma direta e imediata, por meio categorias, como existência, presença, quantidade, qualidade, propriedade e medida. Dessa forma, no pensamento empírico “o objeto é representado no aspecto das suas relações e manifestações exteriores acessíveis à contemplação viva” (KOPNIN, 1978, p. 152).

Assim, ao assumir essa organização, o ensino destina-se ao desenvolvimento de um pensamento empírico, cerceando a possibilidade de desenvolvimento de um pensamento conceitual.

No entanto, cumpre dizer que não se trata de rechaçar a lógica formal, visto que, conforme Saviani (1982), ela é o caminho para a aquisição dos conhecimentos. Primeiro precisamos reconhecer as características exteriores do objeto, como formato, cor, tamanho, peso e função, mas, para formar um conceito sobre o objeto, são necessárias ações do pensamento que permitam ao indivíduo captar a essência do objeto e suas manifestações singulares.

Ou seja, para avançar de um nível de pensamento empírico ligado indissoluvelmente à atividade material e prática para um pensamento teórico, é preciso que o indivíduo possa expressar o objeto por meio do conceito, o que significa ter compreensão de sua essência (DAVIDOV, 1988).

Sforni (2015, p.377) afirma que a apropriação dos conteúdos científicos e a formação de um pensamento teórico demandam “[...] procedimentos didáticos voltados para a apropriação do conceito como atividade mental”. Essa forma, segundo a autora, é bem distinta da apresentada atualmente nos livros e materiais didáticos.

Além da seleção dos conteúdos que representam as melhores elaborações humanas, a escola deve se ocupar da forma como esses conteúdos devem ser ensinados. Conforme Martins (2013b, p. 136), “[...] há que se identificar, no ato educativo, sob quais condições a aprendizagem opera verdadeiramente a serviço do desenvolvimento psíquico”.

Segundo Davidov (1988), a escola contribui para o desenvolvimento e para a humanização dos indivíduos quando se ocupa de criar formas para o ensino dos conceitos científicos que se constituem a base do pensamento teórico.

Diante das asserções das/os autoras/es supracitadas/os, surge um grande desafio para a educação escolar que visa o desenvolvimento humano: **como ensinar os conteúdos escolares?**

4.5. A qualidade da mediação define a qualidade do psiquismo

Até este item, buscamos evidenciar os processos de apropriação e de objetivação da cultura material e ideal como fontes propulsoras das funções psíquicas superiores – funções especificamente humanas.

Porém, a apropriação dos conteúdos científicos, artísticos e filosóficos requer formas de pensamento que superem a aparência imediata e alcancem a essência dos fenômenos e dos objetos.

Como a apropriação das formas culturais não se dá naturalmente no contato direto com o mundo, o indivíduo precisa contar com outra pessoa, alguém que já tenha se apropriado delas anteriormente. Em nossa sociedade atual, a escola é o espaço que, por excelência, tem a função de transmitir às novas gerações os

conteúdos clássicos (SAVIANI, 2013), produzidos historicamente pela humanidade e cuja aprendizagem é fonte propulsora do desenvolvimento psíquico, uma vez que coloca em curso processos psíquicos que não aconteceriam de outra de forma (MARTINS, 2011).

Contudo, para que o indivíduo possa se apropriar dos conteúdos clássicos é preciso estabelecer uma relação com a prática social de forma que eles sejam inseridos em sua atividade (SAVIANI, 2013). Portanto, não é qualquer atividade que possibilita o desenvolvimento psíquico.

Sforni (2004, p. 67) destaca que as tarefas escolares embasadas na lógica formal fazem com que o aluno opere com os conceitos, mas não que tenha consciência deles. A “[...] atenção nele contida está sempre orientada para o objeto nele representado e não para o próprio ato de pensar que o abrange” (VYGOTSKI, 2001, p. 290). Por exemplo, uma criança pequena pode usar o conceito de “pai” assertivamente, mas não sabe que se trata de uma relação de parentesco. Isso significa que sua atenção está presa ao objeto, no caso, à pessoa, e não ao conceito.

Para Vygotski, (2001), esse modo é próprio da aprendizagem dos conceitos espontâneos, que surgem e se formam durante as experiências da criança em seu cotidiano. Ou seja, seu contato inicial é com os objetos e fenômenos, ascendendo para as generalizações. Esse modo de formar conceitos foi tomado como modelo para se pensar também no modo como as crianças formam conceitos científicos, o que, segundo Vygotski (2001) é um equívoco, pois sua hipótese é de que o caminho de desenvolvimento dos conceitos científicos é outro:

As descobertas obtidas nos levam a formular hipóteses de o desenvolvimento dos conceitos científicos segue um caminho particular em comparação com o desenvolvimento dos conceitos cotidianos. Este caminho está condicionado pelo fato de que a definição verbal primária constitui o principal aspecto de seu desenvolvimento, em que as condições de um sistema organizado descendem em direção ao concreto, ao fenômeno, enquanto a tendência do desenvolvimento dos conceitos cotidianos se produz fora de um sistema determinado e ascendente para as generalizações (VYGOTSKI, 2001, p. 182)

Temos em vista que a aprendizagem de conceitos científicos envolve a apropriação de um sistema organizado: partindo dessa abstração rumo ao concreto,

o pensamento se volta deliberadamente para os conceitos e não para os objetos e fenômenos particulares. Por isso, Sforni (2004) defende que a escola deve organizar as atividades de forma que o estudante possa converter suas funções psíquicas (percepção, atenção, memória...) em objetos do seu próprio ato de pensamento na relação com o objeto de aprendizagem. Dito de outra forma, a atividade escolar deve fazer com que o estudante tome consciência das suas operações mentais, mediadas pelo conceito:

Daí porque colocar os alunos em ação na resolução de tarefas escolares não é suficiente para garantir qualidade à aprendizagem. Estar consciente, no aspecto aqui abordado, significa que a atividade do sujeito está voltada para a própria atividade psíquica, e, estando consciente, pode atuar sobre ela de forma deliberada, enfim pode ter o domínio sobre ela (SFORNI, 2004, p. 70).

É preciso, portanto, que a educação escolar crie, no pensamento dos estudantes, necessidades e questões a serem resolvidas, o que só pode ocorrer quando se colocam, de forma consciente, as funções psíquicas superiores em atividade com o objeto de conhecimento, ou seja, quando o estudante mobiliza seus processos mentais nas atividades escolares.

Vygotski (2006) afirma que a conversão da atração (biológica e instintiva) em interesses é a chave para se compreender o desenvolvimento psíquico do adolescente¹⁷. Ou seja, no decurso do desenvolvimento os interesses da infância vão sendo abandonados em um processo longo, sensível e doloroso que resulta em uma necessidade de viragem. Surgem os novos interesses e uma nova forma de pensar a formação de conceitos, que são a força motriz da conduta humana.

Para Vygotski (2006), o desenvolvimento psíquico do aluno demanda uma formação que vá além das necessidades e dos motivos do cotidiano. Na idade de transição, o problema do ensino é promover uma formação conforme os interesses dominantes próprios da idade:

As forças motrizes do nosso comportamento variam a cada etapa da idade e sua evolução determina as mudanças que se produzem na própria conduta (VYGOTSKI, 2006, p. 11).

¹⁷ O foco de nossos estudos é a adolescência, visto que o experimento didático está voltado para sujeitos entre 12 e 13 anos.

Durante o desenvolvimento da criança, a educação escolar apresenta ou deveria apresentar conhecimentos que reflitam a realidade objetiva e as novas necessidades, exigências, interesses e aspirações, conduzindo o estudante para novas formas de pensamento, novas sensações, novos aspectos do caráter e novas aptidões.

A adolescência, conforme Elkonin (1960), é o período em que o estudante começa a descobrir a significação do conhecimento científico. Surgem os chamados interesses cognoscitivos científicos próprios. Ou seja, o adolescente começa a dirigir seu comportamento para determinados campos de conhecimento, como as ciências sociais, exatas, biológicas ou técnicas.

Cumprir recordar que Elkonin desenvolveu seus estudos em um período em que a União Soviética buscava a concretização do socialismo, portanto, em um contexto bem distinto da atual realidade brasileira.

Hoje a maior parte dos adolescentes brasileiros ingressa no mundo trabalho não por uma escolha profissional, mas pela necessidade de ter um emprego.

Nesse cenário, a escola deve se posicionar criticamente em relação à lógica do capital e comprometer-se com uma educação transformadora, procurando criar nos alunos a necessidade de apropriação dos melhores e mais elaborados conhecimentos produzidos pela humanidade.

Daí a relevância de uma educação escolar que identifique o nível de desenvolvimento do aluno e crie o que Vygotski denominou de zona de desenvolvimento proximal, de forma a estimular uma série processos intrapsíquicos:

A característica essencial da aprendizagem é que engendra a área de desenvolvimento potencial (iminente), ou seja, que faz, estimula e ativa na criança um grupo de processos internos de desenvolvimento no âmbito das inter-relações com outros, que, na continuação, são absorvidos pelo curso interior do desenvolvimento e se convertem em aquisições internas da criança (VYGOTSKI, 2010, p. 115).

Trata-se, portanto, de criar condições, ou seja, de organizar o ensino de uma determinada forma para que o conhecimento, que está na realidade externa (na

forma intersíquica), possa ser internalizado (na forma intrapsíquica), o que é possível pelas relações que se estabelecem entre o ensino e a aprendizagem.

É com essa compreensão de desenvolvimento que Sforzi (2004) destaca que nos mediadores culturais encontramos a essência do desenvolvimento do psiquismo. A apropriação das produções materiais e intelectuais permite que o indivíduo incorpore as atividades mentais que foram objetivadas naquelas produções, transformando essas produções em “órgãos da sua individualidade”, como afirma Marx apud Leontiev (2004, p. 267).

Segundo Saviani (2006, p. 72), esse é um momento decisivo no ensino, um momento de passagem da síntese para a síntese, um momento de catarse, “[...] de incorporação dos instrumentos culturais, transformados agora em elementos ativos de transformação social”:

[...] a passagem do senso comum à consciência filosófica é condição necessária para situar a educação numa perspectiva revolucionária. Com efeito, **é esta a única maneira de convertê-la em instrumento que possibilite aos membros das camadas populares a passagem da condição de “classe em si” para a condição de “classe para si”**. Ora, sem a formação da consciência de classe não existe organização e sem organização não é possível a transformação revolucionária da sociedade. [...] com efeito, preocupar-se com a educação significa preocupar-se com a elevação do nível cultural das massas [...] (SAVIANI, 1982, p. 13-14, grifos do autor).

Em termos psicológicos, isso significa a formação de um pensamento conceitual, de uma síntese que possibilita ao aluno orientar seu pensamento e seu comportamento por meio dos conceitos.

Reiteramos que a passagem do em si ao para si não acontece de forma simples e tranquila. De um lado, a humanidade em seu todo ainda não conquistou a generalidade para si, pois a sociedade se encontra dividida em classes sociais, altamente desiguais. Além disso, a psicologia histórico cultural, com suas raízes marxistas, não se isenta da luta de classes e entende que um dos caminhos para a superação da sociedade capitalista é o constante embate pela efetivação das máximas possibilidades de socialização e de apropriação dos conteúdos sistematizados.

Nesse sentido, o pensamento por conceitos, produto e condição da apropriação dos conteúdos sistematizados, constitui um importante instrumento para a participação do indivíduo na transformação da sociedade. Isso porque o pensamento teórico promove uma mudança qualitativa na visão de mundo do indivíduo. Segundo Vygotski:

[...] perceber as coisas de um modo diferente significa ao mesmo tempo ganhar outras possibilidades de agir em relação a elas. Como em um tabuleiro de xadrez: vejo diferente, jogo diferente (VYGOTSKI, 2001, p. 289).

Portanto, quando a educação escolar organiza a transmissão dos conteúdos clássicos, eruditos, utiliza os signos não cotidianos, criando um espaço favorável para o desenvolvimento das funções psíquicas superiores, possibilita ao aluno a formação de uma concepção para si. Ou seja, lhe oferece a possibilidade de conduzir a vida cotidiana de forma consciente, entender como não naturais e definitivas as relações de desigualdade da sociedade capitalista e atuar para sua transformação.

4.6. A periodização do desenvolvimento

Com a devida compreensão do caráter social do psiquismo humano, ou seja, com o entendimento do desenvolvimento psíquico como um processo histórico e cultural, determinado pela relação que a criança estabelece com o mundo, na dependência de suas condições de vida e de educação, surge a relevância do planejamento das atividades educativas.

Nos itens anteriores discutimos a necessidade da transmissão dos conteúdos sistematizados por meio de tarefas de ensino devidamente organizadas para o desenvolvimento psíquico dos alunos. Agora precisamos abordar mais um elemento indispensável à organização do ensino, o **destinatário**, ou em outras palavras, o sujeito do processo de ensino e de aprendizagem.

Para organizar as tarefas escolares precisamos conhecer as características psíquicas do estudante, as necessidades e os motivos que surgem em cada fase de sua vida e, principalmente, o vir a ser de seu desenvolvimento como uma condição para o planejamento e para a condução do ato educativo.

Conforme Vygotski (2018), o ensino deve ser organizado como um processo voltado para o término do desenvolvimento do aluno, chamado pela pedagogia contemporânea de forma final ou ideal: “[...] algo que deve se construir bem ao final do desenvolvimento, e que, de alguma maneira, influencia logo o início desse desenvolvimento” (VYGOTSKI, 2018, p. 693).

A forma ideal é, portanto, um modelo daquilo que se espera no fim do desenvolvimento, ou seja, é a formação de todas as qualidades da personalidade que são específicas ao ser humano em um dado momento histórico. Tal formação é determinada pela relação existente entre o indivíduo e o meio em cada etapa do seu desenvolvimento (VYGOTSKI, 2018).

Nessa relação uma das primeiras questões é a criação dos interesses pelo estudo. De acordo com Saviani (2013), a educação escolar deve se preocupar com a formação dos interesses do estudante:

O objetivo do processo pedagógico é o crescimento do aluno, logo, seus interesses devem necessariamente ser levados em conta. O problema é o seguinte: quais são os interesses do aluno? De que aluno estamos falando, do aluno empírico ou do aluno concreto? (Saviani, 2013, p. 71).

Explica o autor que o aluno empírico é o sujeito imediatamente observável em nosso cotidiano, que expressa sensações, desejos e interesses determinados pela sua condição imediata e empírica. O aluno concreto é a síntese das inúmeras relações sociais e, portanto, é com esse indivíduo vivo, inteiro e concreto que o professor deve agir (Idem).

Nessa direção, o trabalho do professor não é atuar a partir do aluno empírico, isso é, com a sua situação imediata e aparente, mas sim conduzir o aluno à apropriação das objetivações genéricas para si, considerando as suas múltiplas determinações e o vir a ser da sua formação (Idem).

Para situar a questão do aluno concreto, ainda que não possamos formular orientações absolutas, apresentaremos, ainda que de forma bastante geral, a teoria da periodização do desenvolvimento infantil elaborada pelo psicólogo russo Daniil B. Elkonin, com base nos estudos de Vygotski e Leontiev. O autor descreve as características psíquicas da criança e do adolescente, assim como, a principal atividade que potencializa o desenvolvimento nos diferentes períodos da sua vida.

Começamos por explicar seu conceito de atividade. Segundo Elkonin (1960), atividade é o elo da criança com o mundo. Em outras palavras, é a relação dela com as coisas da realidade e, portanto, terá características distintas em cada período do seu desenvolvimento. Logo, o estudo do conteúdo da atividade da criança nos traz indícios de seu nível de desenvolvimento psíquico.

Cada período do desenvolvimento infantil é marcado por uma **atividade principal** (ou atividade dominante ou atividade-guia) que, segundo Leontiev (2011), não se refere à atividade que ocupa mais tempo da vida da criança, mas sim à que imprime pelo menos três mudanças no psiquismo infantil: gera novos tipos de atividade; dá forma e reorganiza os processos psíquicos; engendra as principais mudanças na personalidade infantil.

Porém, o desenvolvimento do psiquismo infantil não é uma simples acumulação quantitativa daquilo que a criança adquire em seu convívio social e em suas atividades escolares.

Há uma transformação interna, uma reorganização, uma amálgama, uma interação, em consequência do que uma característica pode desaparecer quando aparece e se desenvolve outra. Este processo é determinado durante toda a vida da criança pela sociedade, que, com a sua influência inibe ou extingue um sistema de conexões, faz surgir outro e consolida-o, e assim sucessivamente (KOSTIUK, 2005, p. 34).

Quanto às leis que regem a passagem do desenvolvimento de uma etapa a outra, Elkonin (1960) aponta três épocas do desenvolvimento infantil. Cada época é subdividida em dois momentos: **primeira infância** – comunicação direta emocional e atividade manipulatória objetual; **infância** – jogo de papéis e atividade de estudo; **adolescência** – comunicação íntima pessoal e atividade profissional de estudo. O que marca a passagem de um estágio a outro é a mudança da atividade dominante.

Após o nascimento e ao longo de toda a primeira infância, o bebê permanece ligado de maneira direta com os adultos que o rodeiam. Pela insuficiência dos mecanismos de adaptação ele precisa dos cuidados dos adultos para sobreviver. Pela repetida exposição à linguagem e aos objetos, o bebê começa a desenvolver formas de manifestar suas necessidades. No início as formas de comunicação são desorganizadas: choro, gritos, gestos e movimentos, mas, com o tempo, as ações

dos adultos vão atraindo a atenção do bebê e levando-o a estabelecer uma atividade de comunicação com os adultos. Trata-se da **comunicação emocional direta**. Um exemplo é o complexo de animação: um conjunto de manifestações do bebê diante da presença do adulto. São em geral, sorrisos e agitações motoras que não correspondem a uma mera reação ao adulto, mas sim a uma ação complexa dirigida ao adulto (PASQUALINI, 2013).

No primeiro ano de vida, acontece uma comunicação de caráter emocional que ocorre por trocas afetivas. O funcionamento psíquico do bebê obedece ao esquema percepção – emoção – ação. Isso quer dizer que o bebê responde de modo imediato à estimulação do meio. Com o tempo, pela gradativa apresentação dos objetos pelos adultos, o bebê começa a manipulá-los e com a crescente exposição aos sons e significados, passa a assimilar a linguagem para a comunicação com as pessoas. À medida que vai se apropriando da linguagem, vai reorganizando sua percepção, tornando-se capaz de perceber os objetos em um todo e com determinadas funções sociais (ELKONIN, 1960; PASQUALINI, 2013).

As aquisições do primeiro ano de vida mudam fundamentalmente a relação da criança com o meio e com os adultos. A aquisição do andar sozinho aumenta o acesso da criança aos objetos e sua atuação sobre eles. É o período da **atividade manipulatória objetal**. No começo os adultos executam as ações junto com elas; depois, a criança vai adquirindo liberdade e aprende as funções sociais dos objetos. Inicialmente, apenas reproduz os atos indicados pelos adultos para determinado objeto e, posteriormente, aprende a generalizar as ações com os objetos. No terceiro ano de vida, já representa distintas ações e funções para o mesmo objeto. É o início da ação lúdica, na qual, por exemplo, o garfo não serve apenas para alimentação, mas também para pentear os cabelos, para servir como uma ponte etc. Ao final desse período, a criança começa a querer atuar com os mesmos objetos com que os adultos trabalham (ELKONIN, 1960).

É por meio da atividade manipulatória objetal que a criança aprende com os adultos os usos sociais do objeto. Porém, não basta simplesmente expor a criança a um ambiente rico de estímulos para que ela os manipule: são necessários um modelo de ação a ser imitado e a mediação do adulto. Como este já se apropriou daquele conhecimento pode reproduzir a atividade humana encarnada naquele objeto, ou seja, ensinar a criança a manuseá-lo de forma correta e humana. É com

a ajuda dos adultos que a criança aprende a utilizar a colher, a calçar o sapato, a vestir a roupa, a riscar um papel com lápis ou caneta, a manusear o celular, o tablet etc.

No entanto, como ainda não pode fazer efetivamente o que os adultos fazem, a criança começa a reproduzir a vida e atividade deles. O **jogo de papéis** é a forma típica utilizada pela criança para reproduzir o mundo. Ou seja, no jogo, a criança pode reproduzir as condições das atividades dos adultos e atuar de maneira semelhante a eles. O conteúdo da brincadeira é, portanto, a percepção que a criança tem do mundo. Contudo, para que o conteúdo do jogo se eleve acima do cotidiano da criança, é preciso que a educação escolar amplie seu acesso ao conhecimento do mundo que tem.

Nos jogos de papéis, ainda não há um enredo ou sequência lógica do brincar, pois o foco da atividade não é o resultado e sim o processo. Porque exercita diferentes papéis, a criança inaugura novos modos de estar no mundo e o principal ganho que ela tem nessa atividade é o autodomínio da conduta.

No *mundo da brincadeira* existem regras que representam as relações sociais entre as pessoas e os objetos. Assim, os diferentes papéis, como o de mãe, de filha, de professora, de motorista etc., exigem que a criança assuma as funções, gestos e linguagem de cada personagem. “Essa sujeição modifica seu próprio comportamento, obriga seu controle consciente, e ela vê suas próprias ações e toma consciência delas ” (LAZARETTI, 2016, p. 132-133) Por isso, a brincadeira é a base para a formação da consciência da criança:

No jogo, manifesta-se com especial vivacidade a renúncia aos desejos passageiros em benefício de fins mais elevados. A criança renuncia a determinados atos que lhe chamam atenção em benefício de outros menos atrativos, porque assim lhe exige o papel que se desenvolve no jogo. As exigências para cumprir bem seu papel subordinam os desejos imediatos da criança (ELKONIN, 1960, p. 521).

Para representar papéis, atuar com os objetos, comunicar-se com as outras crianças e inserir o conteúdo na brincadeira, isto é, para reproduzir as relações humanas, a criança coloca em funcionamento uma complexidade de funções psíquicas, como a memória, a atenção, a imaginação, o pensamento (LAZARETTI, 2016).

Assim, o conteúdo da brincadeira depende das condições concretas de vida da criança. “Quanto mais estreito é o círculo da realidade com que a criança tem contato, mais monótonos e pobres são os temas de seus jogos” (ELKONIN, 1960, p. 513).

Em razão disso, a tarefa da escola é enriquecer e ampliar o conteúdo das situações lúdicas da criança. Elkonin (1998) apresenta como exemplo a brincadeira de mercadinho: o professor pode inserir no jogo da criança uma balança e pesos reais e, assim, encenar com ela relações de compra e venda, pesar, medir, contar unidades e até calcular o troco.

Esse enriquecimento das brincadeiras permite que a criança desenvolva gradativamente o conteúdo de valores e regras que são fundamentais para o autodomínio da conduta e para relações com o mundo circundante, capacidades necessárias para a atividade subsequente, a atividade de estudo.

Quando ingressa na escola, há uma mudança radical na situação da criança na sociedade. Agora ela deve assimilar determinados conhecimentos de uma maneira sistematizada para “saber o que os adultos sabem”. Assim, a **atividade de estudo** desponta como a atividade orientada à assimilação de conhecimentos.

Conforme Pasqualini (2013), é o momento em que começam a se formar na criança as atividades produtivas. As brincadeiras que não visavam resultado são substituídas por atividades de produção de algo, como o desenho, a pintura, a modelagem, entre outras.

Segundo a autora, essas atividades formam uma linha acessória do desenvolvimento: a criança se propõe a aprender algo que ainda não sabe, desenvolvendo assim, “[...] a capacidade de *estabelecer fins para suas ações, dado que não emergirá natural ou espontaneamente na criança* senão como resultado da mediação do adulto (PASQUALINI, 2013, p. 93, grifos do autor).

A transformação dos motivos da atividade faz com que a criança estabeleça uma hierarquia de motivos e controle seu comportamento. Para Asbhar (2016, p.175), esse é o momento do “[...] salto qualitativo do desenvolvimento humano, uma vez que a criança está aprendendo a superar a primazia das necessidades biológicas presente até pouco tempo atrás”.

Porém, a consolidação dessas transformações para o desenvolvimento da criança depende da qualidade das mediações pedagógicas. Sabemos que a escola

está imersa em um contexto de ensino que atende às demandas do modo de produção capitalista. Justamente por essa razão, a tarefa do professor deve ser a de buscar uma organização das atividades de estudo que supere as formas alienantes com vistas ao desenvolvimento psíquico dos estudantes.

Na atividade estudo, a aquisição de maior conhecimento sobre a linguagem, em especial a escrita, exerce grande papel no desenvolvimento de todos os processos psíquicos da criança porque é uma abstração da forma sonora. Na idade escolar, a linguagem converte-se em objeto de estudo organizado. O estudo da gramática e o da ortografia demandam um exercício mental sobre a forma das palavras. Um relato coordenado ao professor e aos colegas exige da criança uma organização mental consciente (ELKONIN, 1960).

Não obstante, todas as operações mentais indispensáveis para formar os conceitos dos objetos e fenômenos da realidade, como a reflexão, análise e a síntese, devem se realizar por meio da influência direta do professor. No primeiro momento, a criança precisará contar com objetos concretos, mas, com o tempo, começará a se apoiar apenas em imagens mentais dos objetos e, mais tarde, quando chegar à adolescência, no conceito que ele representa.

Embora a atividade principal no período da adolescência ainda continue sendo a dos estudos, as condições de desenvolvimento do adolescente são muito distintas de fases anteriores. A adolescência é o período da vida em que surgem importantes mudanças internas que vão muito além das produzidas pela maturação sexual e exteriorizadas no corpo. É o momento em que ocorrem grandes mudanças no sistema nervoso central, especialmente no córtex cerebral. Ainda que suas dimensões não se alterem muito, há um importante desenvolvimento funcional do cérebro ligado às novas e mais complexas condições de vida (ELKONIN, 1960).

A maturação sexual que acontece nesse período não pode, por si própria, determinar a personalidade do adolescente. É fato que não podemos negar as mudanças biológicas ocorridas neste e em outros períodos, mas, na formação da personalidade, é o aumento da complexidade das atividades sociais que determina o desenvolvimento psíquico do adolescente (ANJOS, 2013).

A adolescência é a idade de transição da infância à vida adulta. O adolescente passa a reproduzir, com os amigos, a forma de relacionamento dos adultos e nessa reprodução estão incluídas as regras morais e éticas que lhe

permitirão formar os pontos de vista gerais sobre o mundo, sobre as relações, sobre o seu próprio futuro e sobre o sentido de sua vida. É o momento da **comunicação íntima pessoal** em que o adolescente busca um modelo de ser humano. Conforme Davidov (1988, p. 83):

A neoformação psicológica central dessa idade (adolescência), segundo a opinião desses autores (Elkonin e Dragunova), é o surgimento do sentimento de maturidade como forma de manifestação da autoconsciência, que permite aos adolescentes comparar-se e identificar-se com os adultos e com os companheiros, encontrar modelos para a imitação, construir, segundo esses modelos, suas relações com as pessoas.

Para Elkonin, esse modelo é buscado nos heróis das obras literárias, nos grandes homens da nossa história e também nas figuras dos pais e dos professores (ELKONIN, 1960). Entendemos que o autor esteja tratando do estudante concreto, mas quais seriam os modelos que o estudante empírico busca? Ou ainda, nesse mundo globalizado qual é a referência que o adolescente tem para o seu desenvolvimento?

A problemática que surge é que uma sociedade alienada apresenta modelos também alienados. Se o adulto não for desenvolvido, o adolescente não tem um modelo de ser mais evoluído para seguir, o que tem consequências diretas para o desenvolvimento de sua personalidade e de sua concepção de mundo, assim como, da sua escolha profissional (ANJOS; DUARTE, 2016).

Anjos (2013, p. 45) ressalta que não podemos nos esquecer de que boa parte dos adolescentes brasileiros não ingressa no mundo do trabalho por escolha profissional¹⁸ e sim pela necessidade de obter um emprego e, pior ainda, pelas oportunidades concretas de emprego que se lhe apresentam. Por isso, o autor assevera que “levar em conta essas circunstâncias é importante para não adotarmos uma visão idealista no debate sobre a importância da educação escolar na escolha profissional”.

A **atividade profissional de estudo** corresponde ao momento em que surgem novas tarefas e novos motivos, já dirigidos ao futuro, ou seja, à preparação

¹⁸ Discussão tecida por ANJOS, R. E. dos, em sua pesquisa: O desenvolvimento psíquico na idade de transição e a formação da individualidade para-si: aportes teóricos para a educação escolar de adolescentes, 2013.

para a atuação profissional. Nesse último grau de preparação, o jovem, como membro da sociedade, fará a escolha da profissão e terá obrigações e responsabilidades que influenciarão diretamente sua forma de conduta e sua personalidade. Nota-se aqui a necessidade de um trabalho pedagógico sistematizado e intencional que incite o aumento da independência do adolescente. Caso contrário, ele pode vir a desenvolver traços negativos de personalidade, como desorganização, falta de responsabilidade e de disciplina etc. (ELKONIN, 1960; ANJOS, 2013).

Desse modo, não podemos avaliar o desenvolvimento psíquico em certa idade de uma criança e de um adolescente sem considerarmos as condições de vida e de educação em eles se encontram.

Um dos maiores desafios da educação escolar de adolescentes é o de conseguir aliar a formação humana e a preparação para o mercado de trabalho. Para Anjos e Duarte (2016), o indivíduo deve ser formado para atuar no mundo do trabalho, mas essa formação não pode se restringir a um processo de adaptação à lógica do capital.

A educação escolar, mesmo nas condições objetivas de uma sociedade capitalista, deve estar comprometida com o ensino dos conhecimentos mais elaborados que permitam ao adolescente superar os limites da vida cotidiana e, assim, refletir e manifestar interesse por uma escolha profissional.

Com efeito, no contexto da periodização do desenvolvimento humano, cada período do desenvolvimento psíquico da criança/adolescente depende do precedente e não se pode saltar de um a outro sem as etapas intermediárias. Por isso, a compreensão dessa teoria é tão cara à educação escolar. Cabe ao professor identificar o que está sendo gestado como possibilidade formativa do psiquismo, o que está se esgotando, etc. Isso deve ser um movimento de busca do novo no desenvolvimento psíquico do seu aluno, das perspectivas mais próximas e por elas orientar tal desenvolvimento.

Enfim, entendemos que a educação escolar deve se ocupar dos elementos aqui discutidos: a escolha dos conteúdos de ensino, a forma de organização e de transmissão desses conteúdos e as características do sujeito da aprendizagem. Sem a pretensão de esgotar o tema e entendendo a necessidade de uma organização do ensino que considere as múltiplas determinações envolvidas no ato

educativo, daremos continuidade ao texto, apresentando, com base no experimento didático realizado em uma situação real de ensino, ou seja, em sala de aula, práticas educativas que sejam indicativas de desenvolvimento psíquico.

5. O ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E A FORMAÇÃO DA CONCEPÇÃO DE MUNDO PARA SI: O EXPERIMENTO DIDÁTICO

Prosseguindo com o nosso objetivo de investigar como o ensino de Ciências da Natureza deve ser organizado para que haja apropriação dos conceitos pelos estudantes e o conseqüente desenvolvimento de um pensamento teórico, promotor de uma concepção de mundo mais profunda e consistente da realidade, realizamos uma pesquisa de campo por meio de um experimento didático.

Ao tratar dos currículos e das atividades escolares, Duarte (2013; 2016) discute uma crítica muito frequente no âmbito pedagógico, a de que eles seriam constituídos de conteúdos “prontos e acabados”, coisas mortas, inertes e muito distantes da realidade dos estudantes. Nesse modelo de educação, o estudante assumiria um caráter passivo e o professor deslocaria, mecanicamente, os conteúdos dos livros e os seus próprios conhecimentos para os estudantes.

Conforme já discutido, nas orientações contidas nos documentos oficiais o ensino deveria ser um processo ativo de construção do conhecimento. Nesse caso, a educação seria direcionada para a formação de valores e atitudes necessários à manutenção da ordem capitalista.

À crítica ao ensino tradicional, considerado como uma transmissão mecânica e artificializada dos conhecimentos científicos, e à orientação de que o ensino deveria ter um caráter empírico, pragmático, de valorização do aprendizado espontâneo do aluno, contrapõe-se a teoria histórico-cultural, que defende um ensino para a apropriação dos conteúdos artísticos, filosóficos e científicos, entendidos como condição para o desenvolvimento psíquico.

Considera-se que, como esses conteúdos são o produto do trabalho do homem, eles se tornam portadores da atividade humana histórica que deve ser apropriada pelos novos indivíduos. Ao se apropriar de um objeto, de um conhecimento, o homem traz de volta à vida toda a atividade humana que está latente e de forma condensada nesse objeto ou conhecimento. Nas palavras de Duarte (2016, p. 2), “[...] os mortos ressurretos apoderam-se dos vivos”, ou seja, a atividade humana que está contida nesse conhecimento transforma-se em atividade psíquica do próprio indivíduo.

Entendemos que tanto a crítica ao ensino tradicional e à transmissão mecânica dos conteúdos clássicos de cada disciplina quanto a proposta de um ensino pautado na formação de valores e atitudes que não ultrapassem o nível do imediatismo e da cotidianidade, conforme os documentos oficiais, não são suficientes para que os professores tenham consciência do que, como e para quê ensinar.

Buscando superar a dicotomia entre o ensino mecanizado dos conteúdos escolares e o ensino voltado ao atendimento das demandas do mercado atual, a psicologia histórico-cultural defende que a função da educação escolar seja a devida transmissão dos conhecimentos científicos, tornando possível o desenvolvimento psíquico dos estudantes.

A transmissão dos conteúdos escolares demanda a transformação desses conhecimentos em “saberes escolares”, os quais devem ser dosados e espaçados ao longo do tempo e do espaço, de modo a respeitar a tríade – conteúdo-forma-destinatário (MARTINS, 2011).

As tarefas da educação escolar são: a) identificação dos conteúdos que expressem as formas mais desenvolvidas de conhecimentos já produzidos pela humanidade; b) identificação das formas mais favoráveis de transmissão desses conhecimentos para todos os estudantes; c) promoção de um ensino que não se ocupe somente do produto, mas sim, de atividades que levem à apropriação do processo de produção desses conhecimentos; d) elaboração de atividades que levem os alunos a tomar consciência de seus próprios atos de pensamento.

Para Sforzi (2008), a função do professor é “guiar inteligentemente” o trabalho educativo. Se, nas atividades físicas, a ação motora precisa ser guiada para ser aprendida, na atividade mental, o professor deve incitar e dirigir as funções mentais envolvidas na aprendizagem dos diferentes conhecimentos.

Assim, afirmamos que a educação escolar está no centro do desenvolvimento psíquico superior dos seres humanos. Disso decorre a necessidade de uma investigação para identificar tarefas escolares que coloquem em curso as operações de pensamento do estudante, como força motriz de desenvolvimento psíquico e de uma concepção de mundo para si.

Não ignoramos o fato de que a escola pública é uma instituição criada pela sociedade capitalista e, como bem demonstraram as teorias crítico-

reprodutivistas¹⁹, os conteúdos e valores ensinados, bem como os mecanismos de controle e de seleção dos estudantes fazem dela um dos instrumentos de reprodução e manutenção das relações capitalistas de produção. Desse modo, sua finalidade não é o desenvolvimento humano, mas o do capital.

Todavia, faz parte dessa sociedade contraditória, dividida em classes, o jogo de forças no qual se contrapõem, de um lado, as necessidades do capital e, de outro, as múltiplas necessidades humanas. Nas palavras de Frigotto:

O embate que se efetiva em torno dos processos educativos e de qualificação humana para responder aos interesses ou às necessidades de redefinição de um novo padrão de reprodução do capital, ou o atendimento das necessidades e interesse da classe trabalhadora, firma-se sobre uma mesma materialidade, em profunda transformação, onde o processo técnico assume um papel crucial, ainda que não exclusivo (FRIGOTTO, 2003, p. 139).

Esse embate “dá-se tanto no conteúdo, na forma e no método de produção do conhecimento científico elaborado, quanto no acesso efetivo ou exclusão do mesmo” (FRIGOTTO, 1998, p. 187).

Ao defender que o papel da escola seja propiciar a todas as pessoas o acesso efetivo aos conhecimentos elaborados e visar o desenvolvimento integral dos estudantes, não estamos aderindo a concepções idealistas de que pela escola mudamos toda a sociedade. Situamo-nos no interior desse campo de disputas, reconhecendo que, contraditoriamente, como afirma Gramsci (1978), a educação constitui-se tanto em instrumento de dominação e de reprodução das relações sociais quanto de emancipação.

A luta hegemônica a que se refere Frigotto (1998) não se manifesta apenas na questão do acesso ou da exclusão ao conhecimento, mas, mesmo no caso do acesso, manifesta-se no tipo de conteúdo e na forma como esse conhecimento é disponibilizado aos estudantes. Por sua forma e conteúdo, nem sempre a escolarização leva a uma concepção de mundo que contribua para a emancipação humana.

¹⁹ Para saber mais sobre as teorias crítico-reprodutivistas ver: Saviani, Dermeval em *Escola e Democracia*. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.

O desenvolvimento psíquico e a estruturação de uma concepção de mundo para si são fatores necessários para que os indivíduos possam se posicionar criticamente em relação à lógica do capital, desfeticizar ideias burguesas cristalizadas e, assim, buscar formas de superação da alienação e da exclusão próprias do sistema capitalista.

5.1. O Experimento Didático como metodologia de análise

Partindo da compreensão de que a realidade não pode ser apropriada de forma imediata e direta, uma vez que isso resultaria apenas na representação caótica do todo, embasamos nossa pesquisa na análise de Marx (1978) sobre o método científico.

Conforme Marx (1978), o pensamento científico parte de uma representação caótica da realidade para chegar às abstrações, isto é, aos conceitos que permitem organizar a imagem subjetiva da realidade objetiva de modo mais próxima do real. Em seguida, faz o caminho inverso, ou seja, ascende das abstrações ao concreto pensado, já não mais caótico, pois é fruto da análise que permite a síntese das múltiplas determinações do fenômeno.

Em nossa análise, partimos da compreensão caótica do ensino de Ciências da Natureza - da aparência dos fenômenos - e buscamos nas abstrações, ou seja, na teoria histórico-cultural, os conceitos que possibilitam a apreensão do fenômeno. Por meio de decomposições contínuas, abstrações “cada vez mais tênues”, procuramos voltar à realidade, ao ensino de Ciências, sob um novo patamar, qual seja, pelo concreto pensado que é a síntese das múltiplas determinações do fenômeno. É esse movimento que torna o pensamento mais claro, mais consistente e móvel.

A análise do experimento didático foi pautada no método instrumental proposto por Vigotski (1996). De sua perspectiva, os três princípios nos quais a análise dos objetos e fenômenos deve se apoiar são: 1) análise explicativa e não descritiva; 2) análise do comportamento fossilizado; 3) análise do processo e não do objeto.

Procuramos proceder a uma análise **explicativa e não descritiva**, ou seja, não a reduzimos a uma simples descrição da aparência do fenômeno ou à descrição

das aulas e da participação dos alunos. A análise foi encaminhada no sentido da busca da origem dos fenômenos, da compreensão da aprendizagem dos estudantes, de sua gênese, das bases dinâmico-causais estabelecidas na relação com as ações docentes.

Assim, buscamos focalizar o movimento do pensamento dos estudantes como expressão de movimento da realidade objetiva, nesse caso, da prática pedagógica. Analisamos as falas, as expressões, os registros escritos, entre outros indícios dados pelos alunos e pelo professor. O modo de exposição do experimento, portanto, não se pautou na descrição linear e detalhada de todas as ações, mas, para explicitar o caráter explicativo da análise, optamos pela exposição de **episódios de ensino**. Entendemos por episódio

[...] aquele momento em que fica evidente a situação que queremos investigar [...] Ele é parte do ensino e se caracteriza pelo conjunto de ações que desencadeia os processos de busca da resposta do problema em questão. A característica principal (ou fundamental) é que seja um ciclo completo no processo de interação entre o sujeito, mediado pelo objeto de conhecimento (CARVALHO et al, 1993, p. 249).

[...] frases escritas ou faladas, gestos e ações que constituem cenas que podem revelar interdependência entre os elementos de uma ação formadora. Assim, os episódios não são definidos a partir de um conjunto de ações lineares. Pode ser que uma afirmação de um participante de uma atividade não tenha impacto imediato sobre os outros sujeitos da coletividade. Esse impacto poderá estar revelado em um outro momento em que o sujeito foi solicitado a utilizar-se de algum conhecimento para participar de uma ação no coletivo (MOURA, 2004, p. 276).

Dessa forma, episódios de ensino são momentos que revelam os traços mais importantes, as múltiplas determinações e as relações essenciais que possibilitam a compreensão do fenômeno para além de sua aparência imediata.

A **análise do comportamento fossilizado**, de acordo com Vygotski (2012), incide sobre aqueles comportamentos que foram automatizados ou mecanizados e, por se repetirem muitas vezes, acabaram perdendo seu aspecto primitivo, deixando de revelar sua natureza interna. Por essa razão, parecem comportamentos naturais, inatos. Na análise do experimento, procuramos cruzar os dados de expressão verbal e escrita e os gestos em sala de aula, nos quais se evidenciam os processos cognitivos dos estudantes.

Pelo hábito formado ao longo da escolarização quanto à definição dos conceitos, de modo oral ou escrito, os estudantes muitas vezes acabam repetindo as expressões utilizadas pelo professor ou as que constam no texto utilizado. Desse modo, não revelam se estão operando mentalmente com conceitos ou apenas com pseudoconceitos, quer dizer, se estão alcançando de fato o significado, os nexos conceituais ou se estão apenas definindo o objeto sem a devida compreensão.

Assim, na tentativa de identificar o significado atribuído pelos estudantes no ensino de Ciências de Natureza, pautamos a análise na crítica de conteúdos que explicam ou não o processo de fossilização, procurando superar, por meio da concepção dialética, o caráter automático e mecânico dos preceitos lógicos formais e as concepções naturalizantes de desenvolvimento. No caso, a superação de concepções de micro-organismos muito afastadas da realidade.

Por fim, na **análise do processo**, buscamos descobrir o nexo dinâmico causal do fenômeno. Trata-se da reconstrução de cada estágio no desenvolvimento do processo, convertendo o objeto em processo e analisando a unidade que mantém as propriedades inerentes ao todo.

Em relação à reconstrução do processo de desenvolvimento do objeto de estudo, esclarecemos que a escolha do experimento didático não foi arbitrária; pautamo-nos na compreensão de que os momentos de aula permitem a apreensão da realidade em movimento. Aquino, de acordo com a explicação de L. V. Zankov, justifica a aplicação de um experimento didático:

É própria do experimento, na sua qualidade de método científico geral, a mudança sistemática das condições da observação do fenômeno e de suas relações com outros fenômenos com o que se expressa a ação ativa sobre o objeto de estudo. A aplicação do experimento na investigação científica permite estudar as relações de determinadas facetas do processo e achar as causas que condicionam a necessidade de que apareça o fenômeno dado. Desse modo, o experimento permite evidenciar as leis da esfera da realidade objeto de estudo (ZANKOV, 1984, p. 21 apud AQUINO, 2013, p. 239, grifos do autor).

Durante o experimento, o pesquisador não apenas observa situações de sala de aula, mas exerce um papel ativo nessas situações, pois as cria para fins de investigação e para provocar o aparecimento de determinados fenômenos. Assim, pode analisar relações entre processos e buscar suas causas. Nesta pesquisa,

procuramos analisar as relações entre as atividades de estudo e a aprendizagem dos estudantes, visando reconhecer aquelas que oportunizam o desenvolvimento psíquico dos estudantes.

Para Rubinstein (1973), a experimentação justifica-se porque a criança se desenvolve sob a influência de certo modo de ensino, logo, a criança deve ser estudada enquanto é ensinada. Para Vygotski (2001), a experimentação é um procedimento cujos objetivos são identificar, compreender e explicar o movimento que dá origem às funções psicológicas humanas.

Organizamos o experimento didático com o fim de possibilitar a análise do objeto em seu processo de mudança, em seu desenvolvimento, para, assim, identificar as relações essenciais do objeto em questão, no caso, a organização do ensino de Ciências da Natureza e o desenvolvimento do psiquismo dos estudantes.

A duração do experimento didático²⁰ foi de 24 horas/aulas. A investigação foi desenvolvida conforme o turno e o horário das aulas de Ciências da Natureza, ou seja, duas horas/aulas às segundas-feiras e duas às terças-feiras, sendo que, nesse dia, havia o intervalo entre as aulas. Já atuávamos como professora de Ciências dessa turma desde o início do ano letivo e, como professora/pesquisadora, conduzimos as aulas durante o experimento.

Como a figura da professora e da pesquisadora se encontravam na mesma pessoa, as aulas foram videogravadas e as produções dos estudantes, copiadas, para que esses materiais se tornassem fonte de pesquisa da professora/pesquisadora que procura identificar a relação que se estabelece entre as formas de organização do ensino e o desenvolvimento psíquico dos estudantes.

Quanto à identificação da unidade mínima de análise, apoiamo-nos na seguinte explicação:

[...] o resultado da análise que, diferentemente dos elementos, goza de todas as propriedades fundamentais características do conjunto e constitui uma parte viva e indivisível da totalidade. Não é a fórmula química da água senão o estudo das moléculas e do movimento molecular o que constitui a chave da explicação das propriedades

²⁰ A pesquisa foi aprovada pela Comitê de Ética em Pesquisas (CEP) da Universidade Estadual de Maringá com o parecer substanciado de número: 2.460.309. Os sujeitos e a instituição de pesquisa tiveram suas identificações alteradas e guardadas em sigilo.

definidoras da água. Assim, a célula viva, que conserva todas as propriedades fundamentais da vida, definidora dos organismos vivos, é a verdadeira unidade da análise biológica (VYGOTSKI, 2001, p. 24).

Para Vygotski, portanto, a análise não deve partir de elementos, mas, sim, de unidades, ou seja, de partes do todo que conservem as características essenciais da totalidade.

No experimento didático, adotamos esse encaminhamento e buscamos analisar o ensino e a aprendizagem de Ciências da Natureza não por meio de elementos isolados em si e por si, mas, sim, na condição de unidades que preservam as características essenciais dos fenômenos.

Definimos como unidade de análise **o conceito objetivado na palavra**, por se tratar da expressão do pensamento e da linguagem. Conforme Luria (1979), toda palavra apresenta dois componentes básicos: a representação material e o significado.

Cada palavra significa um objeto: se não fosse assim, as palavras seriam um som vazio. Por isso, o significado da palavra é o critério e o componente indispensável dela (VYGOTSKI, 2001). Quando pronunciamos a palavra “mesa”, nosso cérebro gera uma imagem do objeto. Essa primeira função da palavra é chamada de representação material. É ela que permite ao ser humano operar mentalmente com os objetos, inclusive quando estes não estão presentes.

Além da representação mental, a palavra possui uma função mais complexa que permite a análise dos objetos, de suas propriedades essenciais e da categoria à qual pertencem. Dessa forma, a palavra

[...] é o meio da *abstração e da generalização*, reflete as profundas ligações e relações que os objetos do mundo exterior encobrem. Essa segunda função da palavra costuma ser designada pelo termo *significado da palavra* (LURIA, 1979, p. 19).

O significado da palavra refere-se à capacidade de análise, de identificação das propriedades essenciais e de classificação dos objetos em determinadas categorias, ou seja, de generalização. Por exemplo, as palavras mesa, relógio e cão não designam apenas um único objeto, mas uma categoria de objetos e de imagens individuais que cada pessoa pode formar em sua mente (LURIA, 1979)

É por isso, afirma Luria (1979), que as pessoas empregam diferentes processos psíquicos diante de uma mesma palavra. A palavra carvão pode, por exemplo, suscitar uma imagem concreta do carvão em um indivíduo, marco de um pensamento predominantemente empírico, enquanto, em outro, ativa sistemas abstratos com ligações lógicas, como: carvão como elemento químico “C” – símbolo do carbono), capacidades representativas da aplicação da palavra como um conceito associado e relacionado a outros conceitos.

Dessa forma, o emprego real da palavra dependerá da escolha de um “ [...] *sentido adequado entre todos os possíveis significados da palavra [...]*” (LURIA, 1979, p. 23, grifos do autor). Quanto mais preciso for o sentido que o indivíduo atribui à palavra, quanto mais forem os sistemas abstratos e as ligações que a palavra desencadeia, maior será a consciência do indivíduo em relação ao objeto e a seu real significado.

Como a palavra generaliza os objetos, ela é a estrutura de generalização para a formação de conceitos. Ter um conceito significa incluir o objeto em um sistema de ligações e relações lógicas que permitem refletir o mundo de forma bem mais profunda e ampla do que a nossa percepção permite. É por isso que, no materialismo histórico-dialético, o conceito de “concreto” significa a transição de significações mais diretas (como amendoeira e pinheiro) para conceitos mais genéricos (como árvore e vegetal). Estes albergam vários objetos, fato que enriquece as concepções dos indivíduos porque amplia a esfera de objetos e fenômenos inteligíveis, sem que seja necessária a interação sensorial imediata com eles (LURIA, 1979).

Para Vygotski (2001), há uma profunda relação entre o significado da palavra (o conceito) e a estrutura da consciência. Segundo o autor, no decurso de seu desenvolvimento, a consciência do homem se relaciona aos conceitos e a uma correlação de processos psíquicos que se alteram nas diferentes etapas do desenvolvimento intelectual do indivíduo.

Podemos usar sempre uma mesma palavra para denominar determinado objeto ou fenômeno. Contudo, o significado que atribuímos a essa palavra, se vinculado a um objeto e fenômeno específico ou a um sistema de conexões que se vinculam a diversos objetos e fenômenos da realidade objetiva, é o que indica se estamos operando com um conceito em nível empírico ou teórico.

Entendemos que, no processo de aprendizagem de conceitos pelos estudantes, a mudança de significados da palavra, revelada no estabelecimento de relações entre os conceitos e destes com o concreto, durante e após uma determinada organização do ensino, pode indicar quais ações docentes e discentes favorecem a mudança das formas empíricas em direção ao pensamento teórico, condição para a formação de uma concepção de mundo para si.

5.2. A organização do experimento didático

Ao nos decidirmos pelo ensino de determinado conceito contido na proposta curricular de uma área do conhecimento, começamos o planejamento pela análise do objeto, do sujeito da aprendizagem e dos processos afetivo-cognitivos a ser mobilizados.

Quanto ao objeto da aprendizagem, perguntamo-nos: o que é nuclear nesse conceito? Ele é um instrumento produzido pelo homem para compreender quais fenômenos da realidade objetiva? Para responder a essas perguntas, precisamos analisar a gênese do conceito em seu aspecto lógico-histórico.

Em relação ao sujeito da aprendizagem procuramos pensar: qual é o nível de desenvolvimento atual e qual é a previsão do nível de desenvolvimento esperado para esse grupo de alunos? Quais práticas sociais já vivenciadas pelos estudantes podem ser explicadas pelo conceito a ser ensinado?

Quanto à mobilização dos processos afetivo-cognitivos dos estudantes, indagamo-nos: que perguntas, problemas ou situações vinculadas ao fenômeno a ser estudado podem ser mobilizadores do pensamento dos estudantes para criar neles o motivo de estudo do conceito? Que situações podem ser observadas, imaginadas, percebidas por eles por meio desse conceito? Essa análise propiciou o surgimento de ideias de atividades com os conceitos que mobilizam as funções psíquicas superiores.

5.2.1. Análise do sujeito da aprendizagem

O presente experimento foi desenvolvido entre outubro e novembro de 2017 com estudantes do 7º ano do ensino fundamental de uma escola estadual, em um

município do oeste do estado de São Paulo.

A unidade escolar está localizada em uma área periférica do município. Conforme o disposto no Projeto Político Pedagógico de 2018, a instituição atende a estudantes do 6º ao 9º ano do ensino fundamental e alunos do ensino médio no período diurno, contando com aproximadamente 550 estudantes, oriundos de vários bairros do município, como também da zona rural. 97% deles estão em uma faixa etária de 11 a 17 anos. Os estudantes, em sua maioria, pertencem a uma comunidade de baixo nível sócio/econômico/cultural e o nível de escolarização da maioria dos pais é baixo. A média de analfabetismo no município é em torno de 7%.

A turma é de 25 estudantes, dos quais 13 são meninas e 12, meninos, com faixa etária entre 12 e 13 anos. Como pesquisadora e como professora da escola, consultamos algumas turmas de 6º, 7º e 9º ano sobre o interesse por participar da pesquisa. O trabalho foi desenvolvido com a turma do 7º ano porque o número de estudantes com interesse nesta pesquisa foi maior em comparação com outras turmas nas quais também atuo como professora. Todos expressaram curiosidade e entusiasmo com o experimento, aceitando a utilização do equipamento para videogravação das aulas.

Aos 12 e 13 anos, o indivíduo encontra-se na fase inicial da adolescência, entendida pelas concepções biologizantes e patologizantes hegemônicas como “[...] perturbações vinculadas à sexualidade, influenciadas por manifestações hormonais ou por mudanças sinápticas no cérebro, fenômenos esses ocorrentes na puberdade” (ANJOS e DUARTE, 2016, p. 195)

Ou seja, para a concepção biologicista, a adolescência é um período de mudanças biológicas decorrentes do desenvolvimento dos caracteres sexuais. Para a concepção idealista, marca o surgimento de fenômenos anormais, como sensações, desejos e fantasias incontroláveis (ANJOS, 2013).

Diferentemente de tais teorias, a psicologia histórico-cultural, sem negar as relações entre os aspectos biológico e social da vida do ser humano, entende que a adolescência não pode ser reduzida a mudanças biológicas, sexuais e comportamentais. Como exposto no quarto capítulo, Vygotski (2006) afirma que a adolescência é um período de grandes possibilidades formativas, tais como: o desenvolvimento da forma de pensamento superior – o pensamento conceitual – e as sínteses superiores da personalidade e da concepção de mundo.

Na fase inicial da adolescência são estabelecidas relações sociais com os seus coetâneos – atividade de comunicação íntima pessoal. Essa fase é marcada pelo que Elkonin chama de “código de companheirismo”, a saber, a reprodução, com os amigos, das relações sociais existentes nas formas adultas, especialmente naqueles adultos tomados como “modelo” ideal de formação. Ou seja, o adolescente busca formar seus pontos de vista sobre o mundo, sobre as pessoas e sobre si com base nas relações sociais.

Reiteramos que o desenvolvimento psíquico superior do ser humano não é intrínseco à natureza humana, não ocorre de forma espontânea: é condicionado pelas condições de vida e de educação acessíveis ao indivíduo no decurso da sua vida.

Dessa forma, a educação escolar torna-se um campo privilegiado para o desenvolvimento das máximas possibilidades formativas do adolescente, ou seja, do pensamento por conceitos. Para que o adolescente se aproprie dos conhecimentos clássicos transmitidos pela escola, é preciso que ele desenvolva um real interesse por esse saber, o que é possível porque essa idade de transição implica mudança de interesses: “Como já tínhamos dito, a chave para entender a psicologia das idades encontra-se no problema de orientação, no problema das forças motrizes, na estrutura das atrações e interesses da criança” (VYGOSTSKI, 2006, p. 12).

Por interesse, entendemos algo distinto do que outrora defendia a Escola Nova²¹. Segundo Saviani (2006, 2013), o escolanovismo propunha que a organização do ensino tivesse como ponto de partida os interesses do aluno, isto é, suas sensações e desejos determinados por sua condição imediata e empírica. Para a psicologia histórico-cultural, os interesses são definidos pelas condições sociais a que o indivíduo tem acesso.

²¹ A Escola Nova foi uma corrente pedagógica que teve início no final do século XIX com as críticas à pedagogia tradicional por seu caráter mecânico e artificializado. Mais conhecida como movimento escolanovista, essa pedagogia deslocou a questão do intelecto para o sentimento; dos conteúdos para os processos; do diretivismo para o não diretivismo; da disciplina para a espontaneidade, entre outros (SAVIANI, 2006). Em resumo, defendendo que o estudo partisse dos interesses e aspirações pessoais dos estudantes, não privilegiava a transmissão dos conteúdos científicos, artísticos e filosóficos já produzidos pela humanidade e sim a construção de meios próprios de investigação e de construção dos conhecimentos, isto é, o aprender a aprender.

Na elaboração das tarefas de estudo, o professor deve criar no estudante o interesse pelos conteúdos, levando-o a tomar consciência dos motivos e da necessidade de apropriação desses conhecimentos.

5.2.2. O conteúdo do ensino

No bimestre anterior ao do experimento, a turma havia estudado a classificação dos seres vivos, o que compreendeu o estudo das características gerais dos seres vivos (organização celular, alimentação e ambientes que habitam) representantes dos cinco reinos, a saber: Monera, Protista, Fungi, Plantae e Animalia²².

Em nosso experimento, sem fugir do que estava previsto no currículo, privilegiamos o conteúdo microrganismos e a conservação dos alimentos. Portanto, a escolha do conteúdo não foi arbitrária, buscamos atender à organização do ensino da instituição.

Além de cumprirmos o previsto na proposta curricular do estado de São Paulo, o conteúdo foi escolhido porque consideramos necessário superar uma visão desses seres vivos muito afastada do real, na qual eram geralmente associados a animais, especialmente a insetos, e com uma conotação quase sempre negativa.

Concepção de senso comum sobre microrganismos

Desde de muito cedo as crianças ouvem falar de microrganismos. As pessoas costumam associar a presença desses seres vivos a locais sujos, com mau odor e propícios ao aparecimento de doenças. Além disso, revelam desconhecer a presença dos microrganismos em outros locais e com outras atuações, inclusive exercendo funções necessárias e benéficas à vida dos seres humanos. Desse modo, a criança aprende a associar os microrganismos exclusivamente às doenças.

Em geral, os microrganismos são seres de dimensões microscópicas, existindo uma fronteira visual entre a realidade e aquilo que a criança pode

²² No ensino do conteúdo anterior, seguimos a organização do caderno do aluno, material didático do estado de São Paulo, conforme exposto no capítulo 2. Algumas intervenções didáticas foram realizadas em busca de um ensino que pudesse ser mais promotor de desenvolvimento psíquico.

enxergar. Para resolver esse problema, a criança cria representações desse “mundo invisível”, primeiramente por meio de analogias e comparações com outros seres vivos (GONÇALVEZ, 2012). Em nossas aulas observamos que é muito comum a criança associar os microrganismos a insetos, especialmente a formigas, mas na escola, ela deve ter a oportunidade de avançar na compreensão desses seres vivos.

Já afirmamos que muitas vezes, a organização do ensino tem levado os estudantes a desenvolver concepções nos limites do pensamento empírico, o que resulta em concepções muito distantes e distorcidas dos fenômenos do mundo e da sociedade que poderiam ser entendidos com base nesse conhecimento. Gonçalves (2012) aponta que, em geral, os estudantes apresentam saberes muito vagos acerca da existência desses seres vivos e quase sempre ligados a ações negativas, corroborando o que afirmamos há pouco.

Um estudo realizado com 72 estudantes do 6º ao 9º do ano do ensino fundamental de uma escola da rede privada da cidade de Parnamirim (RN), mostrou que quase metade dos alunos associavam as bactérias com doenças (SILVEIRA; OLIVEROS; ARAÚJO, 2011).

Outra característica identificada nesse estudo é a associação entre bactérias e sujeira. Entre os estudantes do 6º e dos 7º anos, 40% associaram as bactérias com a presença de sujeira. No entanto, as respostas dos estudantes que frequentavam o 8º e o 9º anos não apresentavam essa associação. Segundo os autores, essa distinção pode ser explicada porque nesses anos eles já tinham estudado o conteúdo.

Outra pesquisa realizada com 327 estudantes do ensino médio de uma escola pública revelou que 36,08% consideram que todas as bactérias são patogênicas e somente 11,31% afirmam que algumas são patogênicas e outras são importantes para a indústria e para o meio ambiente. Outro dado é que apenas 43 (13,43%) identificaram os microrganismos como seres com uma organização celular (unicelular ou pluricelular) (OLIVEIRA; AZEVEDO; NETO, 2016).

Corroborando esses resultados, um estudo realizado com 80 estudantes do 7º ano de uma escola municipal constatou que 43 estudantes relacionaram os microrganismos “[...] a doenças, ratos, fezes, vermes, contaminação, germes e morte” e apenas cinco estudantes reconheceram que os microrganismos poderiam

trazer benefícios para o homem e para a natureza” (SILVA; COSTA; SANTOS, 2016, p. 4142).

Esses levantamentos revelam que uma parcela significativa dos estudantes tem uma visão distorcida e reducionista dos microrganismos, considerando-os estritamente causadores de doenças. Tal concepção, equivocada ou parcial, tem origem na aprendizagem cotidiana, sendo normalmente vinculada a um fenômeno particular e, predominantemente, empírica e utilitária.

Não desconsideramos a importância desse tipo de pensamento para o desenvolvimento psíquico do indivíduo. A formação de pensamento teórico compreende um longo caminho, no qual a criança elabora distintas formas de pensamento. Compreender os microrganismos como seres pequenos e associá-los a outros seres de dimensões também pequenas, como certas formigas, pode ser um indício de um pensamento por complexos do tipo associativo. Agrupar seres vivos normalmente encontrados em locais com sujeiras e lixos pode indicar a formação de uma espécie de família, característica de um pensamento por complexos difusos.

Contudo, o aprendizado escolar deve significar a apropriação de conceitos científicos que favoreçam o avanço do pensamento baseado nas impressões imediatas e aparentes dos objetos em direção a um pensamento abstrato. Somente com a internalização do conceito é que o estudante se torna capaz de generalizar, isto é, compreender que fenômenos aparentemente distintos podem guardar uma mesma essência, um mesmo elemento fundante.

Sforni e Galuch (2006, p. 225) desenvolveram um projeto com uma turma dos anos iniciais do ensino fundamental, cujo tema foi a presença de microrganismos no processo de decomposição dos alimentos e as diferentes formas de conservação. Concluíram que o ensino de normas de atitudes e comportamentos baseado em orientações vivenciadas cotidianamente, como não consumir enlatados com embalagens amassadas, alimentos com validade vencida ou armazenados em condições impróprias, não substitui o ensino sistematizado dos conceitos. As frases estavam internalizadas nos alunos, mas, sem a mediação do conceito, eram tomadas como crenças que poderiam ser rebatidas com outras crenças, como: *“se for para fazer mal vai fazer de qualquer jeito”*, *“o que não mata engorda”*, *“o que tem que ser será”*.

Portanto, a reestruturação do pensamento é condição para que o estudante reconheça, por exemplo, os microrganismos como seres vivos que, além de causar certas doenças, possuem outras atuações, inclusive na manutenção e na busca da saúde humana nos ecossistemas, nas indústrias alimentícias e farmacêuticas, nas biotecnologias, entre outras.

Assim, apontamos a relevância de um ensino que permita a apropriação do conceito de microrganismos. Por meio da abstração e da generalização possibilitada pela mediação desse conceito, é possível obter a compreensão do concreto, de modo a desmistificar e a ampliar a visão dos estudantes sobre a atuação desses seres na realidade objetiva.

O conhecimento dos microrganismos como instrumento da atividade humana.

Buscando mostrar que o conhecimento dos microrganismos é um instrumento mediador da atividade humana sobre a natureza, adentramos em seu estudo.

O ser humano primitivo caçava e coletava alimentos para satisfazer sua necessidade de alimentação, sua fome imediata. Porém, já naquela época, ele sentia a necessidade de armazenar os alimentos, visto que em alguns dias poderia não ter sucesso com a caça, em algumas épocas do ano o alimento não era tão abundante, em dias frios, chuvosos era mais difícil a obtenção de comida; ou seja, em determinados momentos a oferta e a busca de alimentos não era tão abundante e fácil.

A princípio, é provável que ele tenha percebido que, se armazenasse seus alimentos na parte mais fria e escura da caverna, eles ficariam conservados por mais tempo. Essa percepção direta do fenômeno, de algo que se repetia, desenvolveu no homem um pensamento dedutivo, ou seja, um pensamento embasado em suas experiências anteriores e na lei de repetibilidade do fenômeno – toda vez que o alimento é colocado no fundo da caverna ele se conserva por mais tempo.

Ao observar a natureza, os indivíduos foram percebendo que de alguns frutos que caíam da terra, após algum tempo, nasciam árvores. Assim, começou a se fixar

em uma determinada região, onde plantava e criava seus animais. Nesse período, chamado de Neolítico, a produção de alimentos começou a ser maior que seu consumo, o que fez aumentar a necessidade humana de conservação dos alimentos.

Em suma, seguindo as impressões captadas sensorialmente e diretamente do meio, o ser humano pode desenvolver certas percepções dos fenômenos naturais e armazená-las na memória, o que deu origem ao desenvolvimento de uma forma dedutiva de pensamento que pôde ser aplicada a outras situações. Já na Idade da Pedra, era provável que os sujeitos utilizassem algum método para preservar os alimentos. A secagem (dessecação) e o uso do sal (pressão osmótica) provavelmente estiveram entre as técnicas iniciais. Mais tarde com a descoberta do fogo, o ser humano criou o processo de defumação. Depois, aprendeu a utilizar especiarias, como a noz-moscada, o cravo da Índia, a pimenta e a canela para temperar e conservar os alimentos por mais tempo.

As velhas civilizações mediterrânicas só podiam consumir alimentos frescos, como carne, peixes, leguminosas e frutas em certas épocas do ano. Assim, para poder guardar e manter os alimentos por mais tempo, as populações foram desenvolvendo e aperfeiçoando um conjunto de técnicas e procedimentos que conservavam os alimentos: a salga e a fumagem para a carne e o peixe; a secagem e a calda para as frutas (SANTOS, 1992 apud TORRES et al, 1996).

No século I d.C., mais da metade das importações do Mediterrâneo para a Ásia e para a costa leste da África eram de especiarias. Estas eram utilizadas como conservantes, para realçar o sabor e também para disfarçar o gosto da comida podre ou rançosa (COUTEUR; BURRESON, 2011).

A busca pela conservação dos alimentos é uma atividade que vem sendo praticada pelo homem ao longo da história por sua necessidade de sobrevivência. Mesmo antes do surgimento dos estudos científicos dos microrganismos, os homens já realizavam técnicas para conservar os alimentos por mais tempo. Entretanto, tais ações eram por tentativa e erro. A fermentação microbiana, por exemplo, é um processo realizado desde a antiguidade:

[...] desde os tempos mais remotos, o homem utiliza na sua alimentação produtos que sofrem a ação benéfica ou contaminante dos microrganismos. A cerveja já era produzida pelos babilônios

8000 a.C., a partir de sementes de cereais fermentados. Por sua vez, o pão e o vinho são produtos cuja fermentação era conhecida dos povos antigos. No entanto, foi Louis Pasteur o primeiro a estudar cientificamente a fermentação do vinho e da cerveja. Depois da abordagem científica de Pasteur foi surgindo uma indústria alimentar, que, a partir da metade do século XX, assinalou um grande crescimento e evolução [...] (FERREIRA; SOUZA, 2010 apud GONÇALVES, 2012, p. 29).

Os procedimentos para a conservação dos alimentos surgiram pela observação direta dos fenômenos e por tentativas fracassadas e outras bem sucedidas e eram repassados pela experiência de uma geração a outra. Os primeiros métodos de preservação dos alimentos, provavelmente, foram descobertos ao acaso. Sabia-se que dava certo, mas desconheciam-se as causas de sua ocorrência.

Historicamente, o estudo dos microrganismos foi fortemente influenciado pela necessidade de conhecimento das doenças que afetavam os homens. Até a invenção do microscópio, os microrganismos eram seres invisíveis, portanto, desconhecidos para a ciência (PELCZAR, 2005).

Foi no final do século XVII que o holandês Anton van Leeuwenhoek conseguiu observar os microrganismos através dos mais de 400 microscópios que ele havia construído. Leeuwenhoek desenhou ilustrações detalhadas dos seres que observou em amostras de água da chuva, vinagre, saliva, fezes, entre outras (PELCZAR, 2005).

No entanto, apesar da descoberta de Leeuwenhoek, os microrganismos só foram compreendidos aproximadamente 200 anos depois com os estudos de Louis Pasteur (1822-1895) e de Robert Koch (1843-1910). Foi entre 1857 e 1914, período considerado como a “Idade de Ouro da Microbiologia”, que ocorreu a descoberta das atividades químicas dos microrganismos e se promoveram melhorias na microscopia e na técnica de cultivo dos microrganismos (PELCZAR, 2005).

Em 1863, a produção agrícola comandava a economia francesa. Louis Pasteur foi chamado e financiado pelo imperador Napoleão III para descobrir por que os vinhos e cervejas azedavam. Nessa época, acreditava-se que o ar transformava os açúcares do vinho e da cerveja em álcool. No entanto, os estudos de Pasteur comprovaram que essa transformação era causada por microrganismos, as leveduras, processo hoje chamado de fermentação, e que o azedamento e a

deterioração dessas bebidas eram causados por outros tipos de microrganismos, as bactérias. Hoje sabemos que, na presença de ar, as bactérias transformam o álcool em vinagre (ácido acético). A solução que Pasteur encontrou foi aquecer o vinho e a cerveja por poucos minutos para matar as bactérias, mas sem que isso alterasse o sabor dos produtos. Esse processo, utilizado até hoje, é chamado de pasteurização (MATOS, 1997).

Portanto, o domínio do conhecimento científico sobre os microrganismos decorreu da necessidade humana de controlar a ação desses seres. Segundo Geraldo (2009), o ensino de Ciências deve ocorrer com base no contexto histórico-social em que as ideias foram produzidas: sem esse reconhecimento o ensino se torna descontextualizado, sem significado concreto, artificializado, instrumentalizado e metafísico.

Foi nesse longo caminho de elaboração do conhecimento que o ser humano descobriu que os microrganismos foram os primeiros seres vivos que colonizaram a Terra. Estima-se que eles tenham surgido há mais de 3,5 milhões de anos e que seus processos metabólicos tenham resultado na formação de uma atmosfera rica em oxigênio (O₂), o que possibilitou a evolução de novas formas de vida até chegar às plantas e aos animais superiores.

Assim, os microrganismos são considerados os nossos antepassados mais remotos e, assim como os outros seres vivos, parecem ter sofrido um processo de evolução. Segundo Ujvari (2008), os estudos do material genético dos microrganismos demonstram que os primeiros hominídeos ancestrais do homem moderno já sofriam com doenças causadas pelos microrganismos. Os vírus ancestrais do herpes genital e labial humano, do papilomavírus humano (HPV) e bactérias causadoras da tuberculose, precursoras da forma atual *Mycobacterium tuberculosis*, estavam presentes nos primeiros hominídeos, saltaram e evoluíram para as próximas espécies.

Os microrganismos são seres constituídos por uma única célula – unicelulares - ou por um agregado de poucas células semelhantes. Atualmente, de acordo com suas características, são classificados nos seguintes grupos: bactérias,

arqueas, protozoários, algas microscópicas, fungos e vírus²³.

Esses seres vivos, com exceção dos vírus, foram agrupados em três domínios, conforme a organização filogenética proposta por Carl Woese (1978): Bactéria (bactérias), Archaea (bactérias diferenciadas capazes de habitar ambientes inóspitos e sua parede celular, se presente, não apresenta um complexo carboidrato-proteína denominado de peptidoglicano) e Eukarya (fungos, protistas, plantas e animais).

Hoje sabemos que os microrganismos podem ser encontrados em quase todos os lugares, com uma enorme diversidade de formas e funções:

[...] no solo, participando na sua fertilidade e provocando aí inúmeras transformações, e estão presentes no interior da Terra, a poucos e a muitos quilômetros da sua superfície, nas profundezas mesmo da crosta terrestre onde as temperaturas podem ser extremas. São encontrados em grande abundância nos oceanos, tanto à superfície como nos abismos marinhos. Reciclam a matéria orgânica dos lagos e pântanos, transformando-os em alimento para certas espécies que aí vivem. Estão presentes no cume das mais altas montanhas e nos pólos terrestres, e nas regiões de neves eternas, como na Antártida. Algumas formas mais resistentes ao calor, mercê das enzimas termorresistentes que possuem, habitam a orla de certos vulcões ou de 'chaminés' de fundos marítimos, onde as temperaturas são excessivamente elevadas. Existem nos cursos de água, quer sejam de águas límpidas ou poluídas. Existem no ar que respiramos e podem estar presentes nos alimentos que ingerimos (FERREIRA et al., 2010, p. 4-5 apud GONÇALVES, 2012, p.14).

A grande biodiversidade dos microrganismos e a diversidade de processos bioquímicos que eles realizam fazem deles os responsáveis por muitas transformações na natureza. Por meio dos processos de fermentação e de decomposição, a matéria orgânica proveniente de animais, plantas e outros seres mortos é biodegradada e reciclada, voltando a se tornar disponível para uso por outros seres vivos. É esse ciclo da matéria que torna possível a vida em nosso planeta.

Hoje, sabemos que as populações microbianas podem se tornar muito grandes em um curto espaço de tempo, mas, entendendo quais são as condições

²³ Os vírus são muito diferentes dos outros grupos de microrganismos. São entidades acelulares muitas vezes consideradas como o limite entre o vivo e o não vivo. Os vírus só se reproduzem no interior de células hospedeira que infectam. Fora dos hospedeiros vivos, eles são inertes.

necessárias para a reprodução, podemos controlar o crescimento de microrganismos que deterioram os alimentos.

Com base em nosso próprio estudo sobre a gênese e o desenvolvimento desse conhecimento ao longo da atividade humana, organizamos nosso experimento didático com a intenção de levar os estudantes a compreender um aspecto essencial no conhecimento dos microrganismos: as formas de controle desses seres vivos.

Entendemos que o domínio desse conteúdo científico, juntamente com todos os demais conhecimentos científicos, artísticos e filosóficos, é parte fundamental da formação da concepção de mundo para si dos estudantes. Por meio da apropriação dos conhecimentos, o estudante passa a observar, compreender e interagir com os objetos e os fenômenos de forma muito distinta daquela embasada somente nos conhecimentos do dia a dia, no particular e no imediato. Os conteúdos escolares são conhecimentos historicamente produzidos que carregam em si formas de consciência social e de concepções de mundo. Portanto, o aprendizado do conceito, não de uma simples definição verbal, mas da internalização da essência, da história, da necessidade humana de produção daquele conhecimento, torna-se condição para a consciência do que ocorre no mundo.

Como destaca Duarte (2016, p.104), não se trata de dar aulas de materialismo histórico dialético, mas, sim, de ensinar os conhecimentos que permitam a inserção do estudante “[...] no curso da história humana, com suas contradições, seus conflitos, seus dramas e seus limites”.

5.2.3. Análise da gênese do conceito

Nessa perspectiva, as tarefas de estudo devem mobilizar os alunos em direção à essência, **ao nuclear do conceito**, devendo o aprendizado percorrer o que Vigotski chamou de caminho inverso, a saber, o caminho de cima para baixo, que parte do geral para o particular, e em seguida, volta do particular para o geral, em uma relação dialética. É por meio desse constante movimento do pensamento que o ensino revelará o processo de produção do conceito em seu aspecto lógico-histórico.

Corroborando essa tese, Davidov (1988) afirma que, para seguir a lógica dialética, é preciso começar por abstrações porque elas conduzem à reprodução do concreto por meio do pensamento. Para o autor, por meio da análise, realiza-se uma redução do conceito até chegarmos à “célula” ou à “abstração substantiva” do conceito, ou seja, à sua essência, ao seu núcleo formativo. Em seguida, faz-se uma síntese, uma recriação do concreto, já com todas as suas manifestações particulares. Identificada a “célula” e seus fenômenos particulares, o indivíduo apreende o caráter geral do conceito, sua lei de formação.

Percorrer esse caminho significa ultrapassar os limites das manifestações imediatas e externas e encontrar a essência das coisas. Belieri afirma que (2012, p.85) “[...] encontrar a essência é localizar uma espécie de núcleo conceitual que determina universalmente os objetos”. Em outras palavras, promover um processo de redução dos conceitos até chegarmos à identificação da essência, do nuclear, daquilo que preserva o caráter de universalidade daquele conceito e de onde partem todas suas outras manifestações particulares.

Ao estudar o conceito de microrganismo, realizamos uma reflexão e uma análise do processo histórico de sua construção. A síntese a que chegamos foi de que deveríamos considerar nuclear no ensino do conceito de microrganismo o de reprodução, visto que, em torno deste, situam-se os demais conceitos – as manifestações particulares – que precisaram ser compreendidas e elaboradas para que os seres humanos tivessem o controle e o domínio da reprodução dos microrganismos nos alimentos.

Considerando o pouco tempo disponível para a realização do experimento, como também que não poderíamos nos afastar da organização do currículo, definimos que o essencial seria o ensino das formas de controle da reprodução dos microrganismos nos alimentos.

Estabelecido o nuclear do conceito, ou seja, aquilo que uniria os outros conceitos, estabelecendo uma relação essencial entre eles, sistematizamos a relação conceitual na forma de um modelo com a intenção de promover a apropriação de um modo geral de ação que, expressando o nuclear, permitisse os estudantes resolverem determinadas classes de problemas concretos.

O que é característico dessa forma de modelação é que ela representa um sistema conceitual, no qual há um fenômeno nuclear do qual partem outros

fenômenos que se apresentam associados e relacionados entre si. Ou seja, o modelo nessa perspectiva é representativo do movimento dos fenômenos.

Segundo Davidov (1988, p.133):

Na ciência, a modelação é um tipo peculiar de idealização simbólico-semiótica. Na atualidade este termo é empregado ampla e frequentemente com diferentes significados. Em nossa opinião, a mais aceitável definição deste conceito é dada por V. Shtoff. “Por modelo se compreende um sistema representado mentalmente ou realizado materialmente que, refletindo ou reproduzindo o objeto de investigação, é capaz de substituí-lo de modo que seu estudo nos dê uma nova informação sobre este objeto” (SHTOFF, 1966, p. 19).

Modelos são abstrações que, por meio de elementos materiais ou semióticos, permitem representar as relações essenciais dos objetos de forma visualmente perceptível. A utilização de um modelo justifica-se pelo fato que ele se torna uma ferramenta psíquica para que o aluno possa utilizá-lo na análise e na resolução de problemas de uma mesma classe.

Os modelos podem ser de dois tipos, materiais e mentais. Os modelos materiais refletem as particularidades espaciais do objeto, por exemplo, as maquetes guardam semelhança física com o original, ou com as propriedades estruturais do objeto, como os modelos matemáticos e cibernéticos. Os modelos mentais podem ser imagens iconográficas, como desenhos, globos etc, ou modelos semióticos, como por exemplo, uma fórmula (DAVIDOV, 1988).

Em nosso experimento, utilizamos um modelo semiótico por considerá-lo mais adequado ao objeto de estudo. Procuramos colocá-lo em uma forma que já fosse familiar aos estudantes. Perguntamos se seria melhor o uso de figuras geométricas e setas, e a turma optou pelo uso de círculos ao redor das palavras/conceitos. Isso, segundo os estudantes, “ajudaria a destacar as coisas principais”; “aquilo que eles teriam que saber”. Assim, o modelo ficou da seguinte forma:

Figura 2 – Modo geral de ação.



Fonte: Elaborada pela pesquisadora, 2018.

Cumprido dizer que esse modelo não foi apresentado previamente aos alunos. Eles foram avisados que elaboraríamos um “modelinho”, mas os conceitos foram sendo incluídos à medida que as atividades de estudo avançavam.

5.2.4. Análise das tarefas de estudo e da mobilização das funções psíquicas

Para a teoria histórico-cultural, a atividade pedagógica é aquela que possibilita aos alunos a reconstituição da história da humanidade com suas necessidades e conflitos. No entanto, o processo de apropriação da história humana requer do indivíduo uma atitude ativa diante dos objetos e dos fenômenos. Nas palavras de Leontiev (2004, p. 286), “[...] é necessário desenvolver em relação a eles uma atividade que se reproduza, pela sua forma, os traços essenciais da atividade encarnada, acumulada no objeto”.

Leontiev (2004, p. 315) define atividade como:

[...] os processos que são psicologicamente determinados pelo fato de que aquilo para que tendem no seu conjunto (o seu objeto) coincidir sempre com o elemento objetivo que incita o paciente a uma dada atividade, isto é, com o motivo.

Ou seja, o indivíduo realiza uma atividade quando o objetivo de sua ação coincide com o motivo de realização daquela atividade. Para exemplificar o conceito de atividade, Leontiev (2004) sugere imaginarmos um aluno que está lendo um livro de História para se preparar para o exame. Se esse aluno ficasse sabendo que a

leitura seria desnecessária para prova, qual seria seu comportamento? O abandono da leitura significaria que a leitura do livro não tinha um fim em si mesmo, e sim, o de aprovação no exame. Nesse caso, a leitura não seria uma atividade, já que o seu motivo, ou seja, o objetivo que o estimulava a agir, não era a apropriação daquele conhecimento, mas somente a aprovação no exame. Por outro lado, a continuação da leitura significaria que a motivação do estudante coincidia com o objetivo do estudo de um conteúdo de História, qual seja, a apropriação daquele conhecimento, portanto, a leitura seria uma atividade.

Os conhecimentos de História, assim como os conteúdos das outras disciplinas escolares são conhecimentos sobre o mundo, produzidos e acumulados pelas gerações precedentes. Para poder se apropriar desse corpo de conhecimentos, é preciso desenvolver no aluno o motivo e o interesse por esse conhecimento. Para Leontiev (2017, p. 50):

O interesse é muito importante para aprender. Para aprender algo com êxito é fundamental que se tenha interesse naquilo que se estuda. Se o conteúdo lhe interessar e responder ao que deseja conhecer, o que é estudado adquire um sentido para o estudante, o qual depende dos motivos de sua atividade. Isso significa que a aprendizagem deve estar relacionada com a atividade do estudante e com a atitude que ele tem em relação ao mundo e à sociedade. Se isso é assim, os conhecimentos que adquirem na escola são apropriados profundamente, mas, caso contrário, a apropriação será somente formal, e o aprendido significará uma carga morta que rapidamente será esquecida.

Contudo, para que o estudante desenvolva o real interesse pelo conhecimento, precisa superar outros motivos que surgem no cotidiano escolar, tais como, a obrigatoriedade imposta pelo professor, pela escola e pelos pais, e alguns motivos já um pouco mais evoluídos, como a visualização da possibilidade de aperfeiçoamento (RUBINSTEIN, 1973).

Belieri (2012) afirma que a mobilização dos estudantes para a apropriação dos conteúdos não pode ser alcançada apenas com o enunciado do conteúdo e com certas afirmações do tipo: é um conteúdo muito importante para a vida de vocês; ele será cobrado no vestibular ou na avaliação da disciplina.

Leontiev (2004) denomina de motivo da atividade aquilo que, refletido no cérebro do indivíduo, excita-o a agir e a dirigir a ação para satisfazer uma

necessidade. O autor discorre sobre dois tipos de motivos: os “*motivos apenas compreendidos*” e os “*motivos que agem realmente*”. Os motivos que agem realmente devem ser os desencadeadores da tarefa de estudo. Eles são mais amplos e gerais, mais constantes e não dependem de situações casuais. Já os motivos compreendidos, atuam por pouco tempo e sob influências diretas, por exemplo, a aprovação em um exame. Entretanto, uma atividade de estudo adequadamente organizada é capaz de, aos poucos, despertar nos alunos o interesse e, assim, a ação vai se convertendo em atividade. Por exemplo, um estudante que ainda não tenha desenvolvido os motivos realmente eficazes para o estudo, não percebe sentido na tarefa escolar. Faz-se, então, necessário que o professor crie outros motivos que o estimulem na atividade de estudo, por exemplo, a indicação da família e do professor como necessários para a obtenção da aprovação no final do ano letivo. Conforme Leontiev (2004, p. 318), os “[...] “motivos apenas compreendidos” transformam-se em, determinadas condições em motivos eficientes. É assim que nascem novos motivos e, por consequência, novos tipos de atividades”.

Cumprido destacar que os motivos compreensíveis “[...] não mudam, naturalmente, o sentido do estudo, mas estimulam o estudante a realizar aquilo a que se havia proposto”. Por isso, apesar da importância que estes possam ter em um determinado momento, “[...] a tarefa pedagógica consiste em criar motivos gerais significativos, que não somente incitem à ação, mas que também promovam um sentido determinado ao que se faz”. (LEONTIEV, 2017, p. 50)

Segundo essa proposição, Rubinstein (1973) acredita que a tarefa do professor é saber identificar para cada nível de desenvolvimento dos estudantes os motivos mais adequados, transformando-os em problemas de estudo, e apresentá-los aos estudantes de forma que a atividade desencadeie um novo sentido para o estudo.

Ainda segundo o autor, o motivo primordial do estudo está relacionado com a tomada de consciência das bases e do conteúdo das teorias e deve ser manifestado nas motivações do estudo e na atitude do estudante em relação ao conteúdo de ensino. Dessa forma, os problemas propostos não devem apenas ser compreendidos, mas situados internamente, o que significa que devem se tornar significativos para o aluno. Dito de outra forma, para que os estudantes aprendam

é preciso existir uma participação interna e um interesse no estudo. É por meio da conjunção do conteúdo objetivo das disciplinas escolares com o pessoalmente significativo que surge a possibilidade de tomada de consciência (RUBINSTEIN,1973).

Nesse caminho, para que um conteúdo se torne significativo para o estudante, é preciso que ele reproduza a necessidade humana que levou à produção desse conhecimento:

[...] a necessidade de atividade de estudo impulsiona os estudantes a assimilar os conhecimentos teóricos; os motivos, a assimilar os procedimentos de reprodução desses conhecimentos por meio de ações de estudo, dirigidas a resolver as tarefas de estudo (recordemos que a tarefa é a unidade do objetivo da ação e de suas condições para alcançá-lo) (DAVIDOV, 1988, p. 178).

Defendemos a necessidade de o estudante se inserir na prática social, o que significa que, na educação escolar, ele precisa “entrar” na tarefa de estudo. Como isso não ocorre naturalmente, é preciso que a apropriação do conteúdo ganhe sentido e se torne uma necessidade para o aluno.

É óbvio que ele não precisará percorrer linearmente todo o processo histórico para se apropriar de um conceito. Neste ponto, argumentamos contra as pedagogias que defendem a valoração da experiência individual e do aprendizado de forma espontânea como superior à transmissão dos conteúdos socialmente e coletivamente produzidos. Leontiev (2004, p. 284) afirma que por mais rica que seja a experiência individual do indivíduo “Seria preciso não uma vida, mas mil” para a formação do pensamento conceitual já produzido.

Portanto, a reprodução do processo histórico de desenvolvimento dos conceitos ocorre de forma condensada: o estudante deve reconhecer a necessidade humana e os principais pontos constituintes da história da produção dos conhecimentos, transformando as necessidades coletivas em necessidades individuais.

Apesar de ressaltarmos a importância do processo lógico-histórico de produção dos conhecimentos, entendemos que o ensino e a aprendizagem dos conteúdos científicos não devem começar pela história do conceito. Se o objetivo é criar nos alunos os motivos para o estudo de determinado conceito, precisamos

elaborar atividades (re)produtivas e criativas, utilizar, especialmente, **situações-problema** que mobilizem internamente o estudante na solução de um problema que fez parte de um dado momento histórico e cuja resposta não pode ser dada de maneira rápida e imediata, mas somente pela mediação do conceito.

As situações-problema contemplam a lógica do conteúdo e também a do sujeito. Conforme Moura, Sforzi e Araújo (2011, p. 41), objeto e conteúdo devem constituir uma unidade para a organização do ensino, visto que essa “[...] unidade está presente no movimento de produção conhecimento e também de sua apropriação pelos sujeitos”.

Ao reconhecer na história do conhecimento uma produção destinada a atender a um problema real da humanidade em um dado período histórico, o estudante tem a possibilidade de perceber o movimento do desenvolvimento lógico-histórico do conceito, ascender às abstrações – aos conceitos –, chegar à essência do objeto, analisá-la, sintetizá-la e voltar ao concreto, mas um concreto pensado e refletido sobre as múltiplas determinações do fenômeno.

5.2.5. As ações desenvolvidas no experimento didático

Para organizarmos sequência didática proposta no experimento, pautamo-nos nos pressupostos da teoria histórico-cultural, já apresentados, e na tese de que o ensino é promotor do desenvolvimento psíquico. A intenção é identificar algumas ações de ensino que favorecem a aprendizagem e o desenvolvimento psíquico dos estudantes, de forma a promover neles um novo olhar sobre o mundo e sobre si. Além desses princípios, na elaboração da atividade educativa, seguimos algumas ações docentes identificadas por Sforzi (2015) como favoráveis à aprendizagem dos estudantes, quais sejam:

- A identificação do nível de desenvolvimento psíquico em que os alunos se encontram.
- A busca da gênese do conceito de forma a revelar o nuclear daquele conceito e o processo lógico-histórico de sua produção.

- A elaboração de situações-problema, cuja solução exige a mediação do conceito, de forma a criar os motivos e as necessidades de estudo e a mobilizar as funções psíquicas superiores dos estudantes.
- A previsão de momentos em que os estudantes dialoguem entre si e elaborem sínteses provisórias.
- A elaboração de um modo geral de ação que possibilite ao estudante utilizá-lo como um instrumento do seu pensamento.
- O uso da linguagem científica e dos clássicos por meio da leitura e da análise de textos que, elaborados especificamente para as aulas, contenham os conceitos científicos a serem apropriados pelos estudantes.
- A avaliação do processo de ensino por meio da inclusão de novas situações-problema no fim do processo de estudo, com o objetivo de verificar se o estudante se tornou capaz de operar mentalmente com o conceito e se essa apropriação possibilitou uma mudança em sua visão de mundo.

Cumprido esclarecer: tais ações não foram sucessivas, mas intercalaram-se em cada unidade didática; sua aplicação correspondeu à intenção de desenvolver nos estudantes as capacidades de **reflexão, análise e síntese**, consideradas por Davidov (1988) como condição para o desenvolvimento dos conceitos teóricos.

Seguindo o modo geral de organização do ensino que tratamos acima, começamos o experimento didático.

No primeiro dia, organizamos a sala em pequenos grupos, com base nos seguintes critérios: cinco estudantes em cada grupo; composição heterogênea em termo de gênero sexual e do desempenho nos bimestres anteriores. Como já conhecíamos a turma, tivemos a intenção de evitar que os estudantes formassem grupos somente com aqueles que julgassem “ser bons” e excluíssem os outros. Além disso, decidimos por essa forma de divisão pautados nos conhecimentos da periodização do desenvolvimento psíquico, de Elkonin (1960) e na lei genética geral do desenvolvimento cultural de Vygotski (2000), na qual, todo desenvolvimento segue sempre dois planos: primeiro entre os indivíduos, de forma intersíquica, e logo no interior da criança como categoria intrapsíquica.

Assim, na atividade de estudo, o trabalho em grupo, entre coetâneos e com estudantes que apresentavam diferentes níveis de desenvolvimento, poderia levar os mais experientes a compartilhar seus conhecimentos com os menos experientes, e assim, gerar um movimento, primeiramente intersíquico, para depois se tornar intrapsíquico, de modo que esses estudantes tivessem a possibilidade de avançar em seus processos psíquicos.

Ainda que o fator laços de amizade tenha permanecido, os estudantes conseguiram formar grupos que julgamos adequados para que as atividades fossem realizadas coletivamente.

Em seguida, pedimos aos estudantes que resolvessem as situações-problema apresentadas nos pequenos grupos, de forma cooperativa, e depois compartilhassem com os outros grupos por meio da produção de sínteses provisórias.

Cumpramos destacar que o ensino dos conceitos não teve como ponto de partida os interesses empíricos dos alunos. Foi justamente o contrário, ou seja, partimos dos conhecimentos elaborados e produzidos historicamente pelo coletivo dos homens. Esses conhecimentos que se manifestam na realidade externa, de forma intersíquica, foram ensinados por meio de relações interpessoais intencionais para que pudessem ser apropriados, internalizados e, assim, transformados em conteúdos intrapsíquicos.

Ficou estabelecido que a professora iria intervir nas discussões do grupo sempre que julgasse necessário, fornecendo apoio e também promovendo novos questionamentos. Assim, durante a realização do experimento, ela deveria dirigir sua atenção “[...] ao plano intrapsíquico, à presença e à qualidade das negociações entre os estudantes e destes com a professora acerca dos critérios utilizados na resolução das tarefas” (SFORNI, 2004, p. 117). Em outras palavras, estaríamos atentos à forma de exposição, ao tipo de conteúdo apresentado, às associações mentais utilizadas pelo estudante durante a tentativa de resolução da situação-problema.

Trabalhar em grupo requer um aprendizado, mas considerando que esse não era o objetivo principal de nossa investigação, optamos por fazer apenas intervenções pontuais na organização das atividades dos grupos.

As manifestações particulares do fenômeno e o uso da experimentação como instrumento de aprendizagem.

Depois de formados os grupos, apresentamos a seguinte situação-problema:

Hoje conservamos alimentos em geladeiras e freezers, mas como as pessoas faziam para armazenar alimentos quando não existiam esses eletrodomésticos? Por exemplo, um agricultor matava uma vaca para alimentar sua família, mas eles não comiam toda a carne de uma só vez. Como será que eles faziam para que o restante da carne não estragasse e pudessem consumi-la aos poucos?

Após a leitura pelos estudantes, os grupos iniciaram a tentativa de resolução da situação-problema.

O conhecimento que consideramos chave para a resolução do problema é o da reprodução dos microrganismos, identificado por nós como o conceito nuclear porque foi esse conhecimento que, ao longo da história, permitiu aos seres humanos, movidos pelas necessidades materiais, compreender e intervir no fenômeno, alterando as condições da natureza e colocando-as a serviço de sua atividade em diversos aspectos da vida. Desse conhecimento científico decorreu a criação de tecnologia e de hábitos culturais que permanecem em nosso cotidiano. Isso revela a interação entre trabalho, ciência, tecnologia e cultura. Compreendidas as condições necessárias para a reprodução dos microrganismos, os seres humanos puderam controlar a ação deles em diversos campos, especialmente nos nossos alimentos.

Os estudantes, no caso, precisavam compreender a existência, a ação e as condições de reprodução desses seres nos alimentos.

Na tentativa de resolução da situação-problema apresentada, as falas que mais se aproximaram do controle da reprodução dos microrganismos foram as seguintes²⁴:

Grupo 3

Ta: *Tinha alguma coisa para a carne não estragar. Acho que eles colocavam bastante tempero e colocavam dentro de um pote.*

Professora: *Tempero?*

²⁴ Os diálogos, as respostas e os textos foram aqui reproduzidas de forma fiel ao apresentado pelos estudantes. Portanto, não foram realizadas correções de Língua Portuguesa.

Ra: Colocava sal para não estragar (estudante se mostra pensativa). Mas eu acho que mesmo colocando muito sal ainda apodrece.

Nesse momento, os outros integrantes do grupo acenaram com a cabeça demonstrando discordar do fato de que mesmo com muito sal a carne iria estragar.

Professora: Não?... Como o sal ajudaria a conservar a carne?

Os estudantes se mostraram pensativos. Deixei o grupo seguir com a reflexão e fui observar o diálogo dos outros grupos.

Grupo 5

Ka: Eu acho que eles colocavam a carne no Sol, prof. Aí ficava bem branco de sal. Aí deixava lá dependurada.

Professora: Você está falando de Sol ou de sal?

Dê: É a carne seca.

Ka: Dos dois.

Professora: Aí ficava conservada?

Ka: Ficava. Aí depois de um tempo ia lá, lavava e comia... Meu tio fazia isso.

O grupo seguiu com o diálogo e depois de um tempo formularam a seguinte síntese que foi compartilhada com a sala com a leitura em voz alta pelo aluno Ka: "Antigamente, eles pegavam a carne e como não tinha geladeira essas coisas, eles jogavam bastante sal para conservar e colocavam no varal e deixava dependurada, aí quando eles queria a parte deles ia lá, tirava, lavava que as moscas vão lá pousa e tal (risos dos alunos) e lava e depois come".

Professora: Então a resposta desse grupo foi que eles colocavam sal na carne, a penduravam em varais no Sol e conforme fossem precisando, querendo comer, tiravam um pedaço, lavavam e cozinhavam a carne... Todos concordam com essa resposta?

Sala: Sim.

Pelos diálogos, percebemos que a situação-problema envolveu os estudantes na atividade, levando-os a colocar o pensamento em curso. Além disso, observamos que eles utilizavam os conceitos espontâneos. Vale dizer que alguns pais dos estudantes dessa turma trabalham ou já trabalharam em uma indústria de charque localizada no município. Além disso, alguns alunos residiam em um bairro próximo a essa charqueada. Desse modo, é provável que os dois grupos, um que cogitou a adição de sal e o outro que além do sal falou da exposição da carne ao sol, tenham estabelecido relações com conhecimentos que provavelmente foram aprendidos em suas vivências, como Ka que relatou que seu tio realiza esses procedimentos.

Para resolver tarefas de caráter utilitário, o conhecimento empírico é suficiente, pois revela os traços identificadores externos dos objetos, que podem ser observados e constatados pela percepção imediata e direta (DAVIDOV, 1988). Porém, esse tipo de conhecimento não revela as condições de existência do fenômeno e não alcança sua essência, o que é indispensável para sua compreensão.

É o que fica evidenciado nas falas de Ka, que demonstrou conhecer os procedimentos de adição de sal e de exposição da carne ao sol, mas não soube explicar o motivo dessas ações para a conservação da carne.

Como nem todos os alunos haviam conseguido deduzir a utilização do sal para conservação da carne, realizamos mais uma ação. Mostramos figuras de carnes salgadas e pedimos que eles explicassem o fenômeno, instigados pelo seguinte questionamento:

Professora: *Por que será que a carne não estraga tão rápido quando ela é salgada? O que o sal impede?*

Figura 3: Carnes salgadas



Fonte: Lunardini (2017)

Grupo 2

Professora: *Que fotos são essas?*

Gus: *É a carne*

Grupo: *Carne com sal*

Gus: *Esse é o peixe com sal*

Professora: *Então o que ajudava a conservar a carne?*

Grupo: *O sal*

Professora: *Mas por que o sal ajuda na conservação das carnes?*

Lê: *Porque os microrganismos não gostam muito de sal (estudante se mostra pensativo)*

Li: *Eles morrem com sal.*

Professora: *Por que será que eles morrem com sal?*

Os estudantes ficaram pensando e discutindo. Depois de um tempo voltei ao grupo e Lê disse: “É que os microrganismos são muito pequenininhos e quando tentassem comer o sal não iria conseguir porque é muito salgado”.

Professora: *Então os microrganismos iriam tentar se alimentar do sal?*

Lê: *É*

Professora: *Mas não foi colocado sal para conservar a carne?*

Lê: *Sim*

Professora: *Então iríamos colocar alguma coisa que os microrganismos iriam comer?*

Lê: *Não, era para afastar os microrganismos.*

Todos concordaram com a resposta de Lê e essa foi a resposta final desse grupo nesse momento.

Grupo 3

Professora: O que é isso?

Gui: Carne de varal com sal. Eu falei professora para esse grupo, eu falei! Mas ninguém falou nada.

Professora: Vocês já viram isso?

Grupo: Sim, o peixe, o bacalhau.

Professora: Agora vem a pergunta: Por que o sal ajudava a conservar a carne?

Ra: Para afastar as moscas?

Professora: Para afastar as moscas e o que mais?

Gui: Ah, para evitar o bolor.

Professora: E o que é o bolor?

Ra: Microrganismos

Professora: Então o sal afastava as moscas e ...

Gui: Os fungos

Professora: Fungos são?

Ra: Microrganismos

Professora: Então, agora conversem mais um pouco pensando em como o sal ajuda a conservar a carne por mais tempo.

Grupo 5

Professora: O que tem nessas fotos?

Ka: A carne salgada.

Professora: Do jeitinho que Ka falou, não é?

Ka: Tá certo!?

Professora: Sim. E essa foto?

Dê: É bacalhau salgado.

Lea: Eu vi no mercado

Professora: O bacalhau fica na seção dos refrigerados?

Dê: Não, fica assim ó (faz um gesto mostrando um monte).

Professora: Por que fica desse jeito?

Dê: Porque tem sal.

Professora: Isso mesmo, tem sal. Agora eu pergunto: O que esse sal faz para conservar esse peixe?

Lea: Ah, seca ele

Professora: Hum, seca ele... Explica para mim o que é secar.

Dê: Acho que o sal absorve o sangue e forma uma camadinha que impede os mosquitos.

Professora: Será que são só mosquitos que o sal impede?

Grupo: Acho que sim.

Nesse momento perguntei para sala por que o sal conserva a carne. Imediatamente o estudante Gui diz em voz alta: "Porque o sal mata os microrganismos".

Professora: Gui está dizendo que o sal mata os microrganismos. Gui, me explica como o sal mata os microrganismos.

Gui: É contato, né, professora.

Professora: Contato... Como se fosse um "veneninho"

Gui: É!

Ra: O sal evitaria os microrganismos, não deixaria eles chegarem.

Professora: Como?

Ra: O sal funcionaria como um ácido, não deixando eles chegarem.

Ao olhar as imagens, vários alunos relataram já ter visto o charque sendo produzido e o bacalhau salgado vendido em supermercados. No entanto, foram os estudantes Lê, Ra e Gui que demonstraram ter buscado na memória o

conhecimento acerca da existência dos microrganismos como seres vivos que fazem a decomposição da matéria morta, ainda que não existisse a consciência da relação entre a reprodução dos microrganismos e a conservação dos alimentos.

Assim, diante da situação-problema e dos questionamentos, os estudantes foram percebendo que suas concepções não eram suficientes para a resolução da problemática. Nesses momentos, nós os conduzimos, propositalmente, a perceber as limitações de concepções pautadas em conhecimentos espontâneos. A importância desses momentos revela-se quando o estudante, ao perceber a limitação de seu pensamento, sente a necessidade do estudo, ou seja, de ir buscar no conteúdo científico as respostas para a resolução do problema.

Fica evidente, portanto, que a apropriação dos conteúdos científicos, por meio de situações-problema mobiliza o aluno para o aprendizado e possibilita uma posição ativa dele com o conhecimento. Para resolver uma situação que não fazia parte do seu cotidiano, a conservação de alimentos sem o uso das atuais tecnologias, os estudantes precisaram dirigir e concentrar a sua atenção para a problemática, buscar na memória algum conhecimento a respeito de microrganismos, estabelecer relações entre conceitos já aprendidos, colocar em curso sua imaginação para formular hipóteses e desenvolver raciocínios em busca da resposta. Ou seja, para resolver a situação-problema, o aluno precisou colocar em curso suas funções psíquicas superiores.

Ao colocar o estudante em busca da solução de um problema, promove-se o movimento de seu pensamento. É a tentativa de criar a necessidade e o motivo para o estudo do conteúdo que pode conferir sentido pessoal à aprendizagem dos conceitos. Em nossa perspectiva, essa forma de organização do estudo não se assemelha aos métodos escolanovistas, ao que Saviani (2006) denomina de “pesquisa de mentirinha”, a saber, a uma incursão no desconhecido com vistas ao aprender a aprender. O processo ativo do estudante não é entendido aqui como uma ação livre do estudante e sim como uma ação racionalmente conduzida pelo professor, que dirige o raciocínio, a atenção, a percepção, a imaginação dos estudantes para o sistema conceitual que é objeto de estudo.

Logo após a reflexão incitada pelas situações-problema, seguíamos para o estudo do conceito científico, que era dirigido intencionalmente por nós, como professora/pesquisadora. Foi o momento de apresentar a linguagem científica. O

texto buscou subsidiar uma reflexão acerca da evolução desse conhecimento científico considerando o contexto histórico em que foi produzido.

Quadro 2 – Os microrganismos no mundo

Os microrganismos no mundo

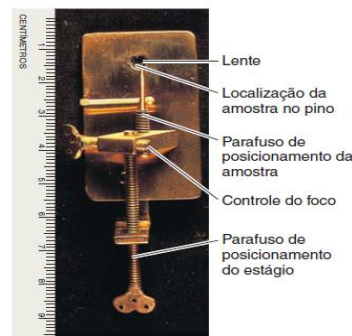
Antigamente, as palavras *germe* e *micróbio* representavam um grupo de criaturas minúsculas que o homem não conseguia classificar. Os cientistas se perguntavam: “É um animal, vegetal ou mineral?”. Para poder classifica-los era preciso enxergar e estudar esses minúsculos seres vivos que são, em geral, individualmente muito pequenos para serem visualizados a olho nu.

Até pouco tempo atrás, antes da invenção do microscópio, os microrganismos eram desconhecidos para os cientistas. Milhares de pessoas morreram em epidemias devastadoras e continuam morrendo ainda hoje com doenças em que as causas, os mecanismos de transmissão, de cura e de prevenção não são compreendidos.

Parece inacreditável que os pesquisadores tenham observado os microrganismos pela primeira vez somente há aproximadamente 300 anos e que esses só foram compreendidos muitos anos depois. Foi em 1686 que Anton Van Leeuwenhoek, holandês, zelador da prefeitura e provador oficial de vinhos, descreveu organismos microscópicos, presentes nos mais diferentes materiais (água da chuva, saliva, placa microbiana dos dentes, alimentos) com grandes detalhes. Para isso, ele chegou a construir cerca de 250 microscópios até chegar ao mais poderoso que aumentava o objeto até 300 vezes.



(a) Van Leeuwenhoek utilizando o seu microscópio



(b) Réplica do microscópio

Figuras: Anton Van Leeuwenhoek e a réplica de seu microscópio.

Atualmente, o **microscópio óptico** possibilita ampliações até o limite de 1000 a 1600 vezes. Já os **microscópios eletrônicos** podem ser de dois tipos: **microscópio eletrônico de transmissão** que permite um aumento médio de até 200.000 vezes e o **microscópio eletrônico de varredura** que possibilita um aumento médio de 10.000 vezes.

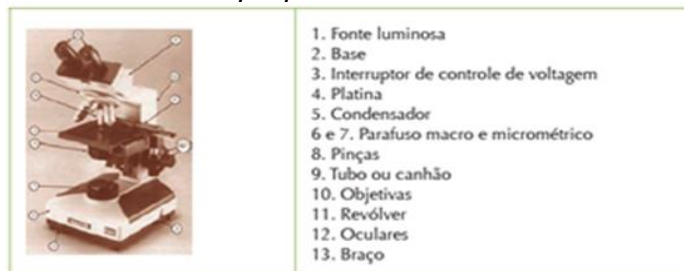


Figura: Microscópio Óptico



Figura: *Staphylococcus aureus*



Figura: Microscópio de Transmissão



Figura: Microscópio de Varredura

Os **microrganismos** são **seres ubíquos**, isto é, são capazes de viver em ecossistemas diversos e dinâmicos. Hoje, sabemos que os microrganismos são encontrados em quase todos os lugares. O grupo inclui **bactérias, fungos, protozoários, algas microscópicas e os vírus**.

Fonte: Adaptado de Tortora, Funke e Case (2017) e de Silva e Souza (2013).

Esclarecemos que, na elaboração do texto, buscamos utilizar uma linguagem razoavelmente próxima do nível de desenvolvimento real dos estudantes.

A leitura foi realizada pela professora/pesquisadora que, a cada parágrafo, indagava os estudantes sobre possíveis conceitos que eles desconheciam e sobre o conteúdo geral que o texto apresentava. O objetivo era identificar possíveis significados que os alunos atribuiriam aos conceitos.

Diante da linguagem científica, os estudantes têm a possibilidade de confrontar seus conhecimentos do cotidiano com os conhecimentos produzidos historicamente pelo conjunto dos homens. Assim, na interação com o texto, o estudante pode modificar, complementar, consolidar ou abandonar ideias pré-concebidas, desenvolvendo o seu pensamento e ampliando sua visão sobre o mundo.

Após a leitura, fizemos os seguintes questionamentos:

Professora: Os microrganismos são seres vivos?

Gu: São! Eles são seres vivos

Professora: Enquanto seres vivos o que eles precisam para viver?

Gu: Alimento, sangue

Gui: Ar

Professora: O que mais?

Dê: Água

Professora: Ah, então os microrganismos precisam de algumas coisas para viver, entre elas, a água. Pensando na água, vamos voltar no nosso problema. Onde estava água naquela situação?

Lu: Mas a carne só tem nutrientes

Ra: No sangue

Professora: No sangue... Antes ser apenas um pedaço essa carne foi o que?

Sala: Um animal

Professora: E o animal contém água em seu corpo?

Sala: Sim

Professora: Onde?

Lu: No rio

Ka: No poço

Professora: Mas de que tipo de água estamos falando? Aquela que está nos rios, nos lagos e nos poços?

Sala: Não, a água da carne

Professora: Onde está a água da carne?

Sala: No sangue

Professora: É do que esse sangue é formado?

Tai: De partículas

Professora: Como se chamam essas partículas que constituem o nosso corpo, o corpo do boi, daquele vegetal que está ali fora?

Gu: A célula

Professora: Então, onde está a água do pedaço de carne?

Sala: Nas células

Professora: E o que faz a carne apodrecer?

Lê: Os microrganismos

Guil: Os microrganismos que são os decompositores

Professora: Isso mesmo! E os microrganismos precisam do que para viver?

Sala: De água

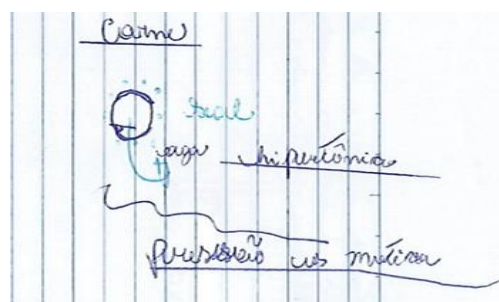
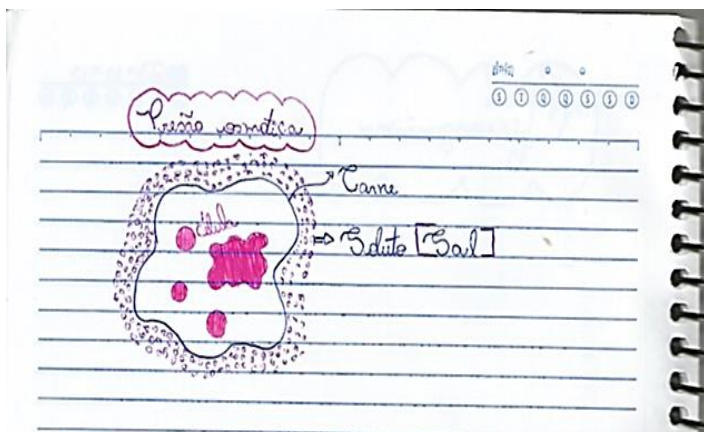
Após essa discussão coletiva, retomamos a leitura da situação-problema e apresentamos o conceito de **pressão osmótica**.

A água é o “[...] composto inorgânico mais importante para o crescimento, o reparo, a manutenção e a reprodução dos seres vivos”. A água compõe cerca de 65 e 75% de todas as células. Os microrganismos obtêm a maior parte dos seus nutrientes em solução de água. Ela também é o meio para a maioria das reações químicas que ocorrem dentro da célula (TORTORA; FUNKE; CASE, 2017, p. 32).

Assim, explicamos para os estudantes, por meio de representações da célula na lousa, que, quando adicionamos sal na carne, fazemos com que a concentração de solutos fora da célula se torne mais elevada do que dentro da célula. Para manter o equilíbrio osmótico, a água atravessa a membrana celular para o meio com a

concentração mais elevada de soluto (no caso, o sal). Sem água, os microrganismos não conseguem extrair os nutrientes para manter suas funções vitais e a taxa de reprodução diminui. Por isso, grandes quantidades de sal são utilizadas para conservar carnes.

Figuras 4 e 5 – Registros realizados por Ra e por Dê, respectivamente, durante a explicação do conceito de pressão osmótica



Fonte: Acervo da autora.

Cumpramos destacar que, nesse momento, a intenção do ensino era promover a aproximação do aluno com o conceito científico. Entendemos que um conceito não deve ser ensinado isoladamente, mas no interior de um sistema de conceitos.

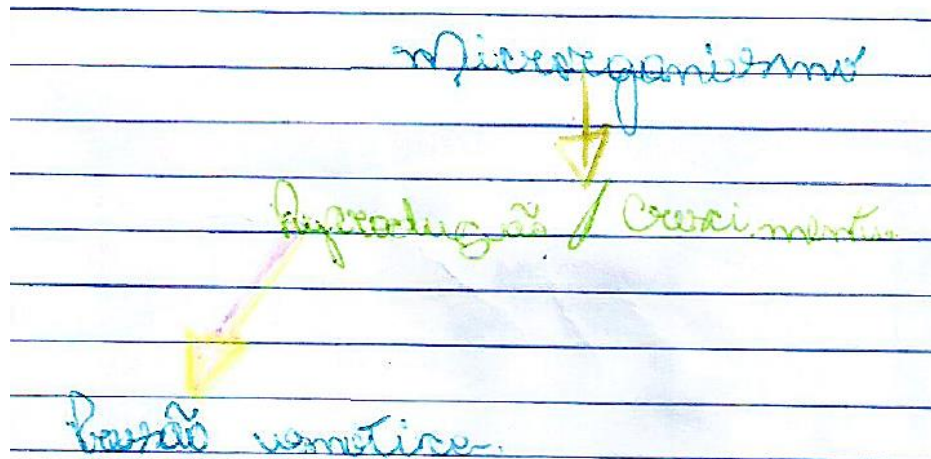
Ao observar esses registros podemos ver que as representações não incluíam todos os elementos que compõem o fenômeno da pressão osmótica. Ra, não representou a saída de água da célula e o meio externo como hipertônico. Dê não escreveu as palavras célula e soluto, além de não atentar para a grafia correta das palavras. Nem sempre os atos do pensamento que o estudante realiza com a fala do professor coincidem com as operações deste na utilização de uma mesma palavra (conceito). Daí a necessidade de o professor dirigir a atenção do aluno e identificar qual o significado que este atribui ao conceito alvo do ensino.

Sabíamos que a apropriação do conceito de pressão osmótica não iria ocorrer neste momento, mas, provavelmente, no decorrer das aulas, com a realização de tarefas desencadeadoras dos processos mentais de reflexão e de análise acerca dos conceitos isso ocorreria, já que estes começam a ser conscientizados e

compreendidos pelos estudantes em um modo geral de ação que passa a ser um instrumento mediador entre o seu pensamento e o fenômeno alvo do estudo.

Assim, após a apresentação do conceito, elaboramos na lousa, de forma coletiva, o modo geral de ação que ficou da seguinte forma:

Figura 6 – Cópia do modo de ação reproduzido pelo estudante Dê



Fonte: Acervo da autora.

Pedimos, então, que os estudantes solucionassem a seguinte situação-problema com a utilização do conceito de pressão osmótica:

Os pescadores também precisavam conservar a sua pesca para poder vender os peixes antes que estragassem. A adição de sal é uma técnica utilizada até hoje na conservação de peixes como o Pirarucu (o bacalhau brasileiro) que encontramos repletos de sal em bancas não refrigeradas de supermercados e feiras. Por que o bacalhau é conservado nessas condições?

Algumas das sínteses produzidas foram as seguintes:

Síntese do grupo 2 – Estudante Ca.

Por que o peixe está repleto de sal em salta que faz a célula se desidratar faz de água sair para fora do peixe assim os microorganismos não se reproduzem e conserva o carne.

Transcrição da síntese do grupo 2 – Estudante Ca.

Por que o peixe está repleto de sal envolta que faz a célula se reorganizar faz a agua sai para fora do peixe assim os microrganismos não se reproduzem e conserva a carne.

Síntese do grupo 4 – Estudante Ga.

R: Por causa do uso do sal que "suga" a água impedindo que os microrganismos se reproduzam.

Transcrição da síntese do grupo 4 – Estudante Ga.

R: Por causa do uso do sal que "suga" a água impedindo que os microrganismos se reproduza.

Antes da elaboração da síntese do grupo 3, houve o seguinte diálogo:

Gui: O sal suga a água da carne e os microrganismos por causa da pressão osmótica. Nesse momento o grupo acena com a cabeça demonstrando discordar da resposta de Gui. Eles disseram que não se tratava de sugar a água. Então, Raí toma a palavra:

Ra: Não foi assim que escrevemos, ele fez sozinho.

Professora: Gui, o combinado é discutir a resposta no grupo e não fazer sozinho. Leia a resposta de vocês.

Ra: Eles colocavam sal para conservar a carne porque o sal faz com que a célula tire toda a água da carne e impede que os microrganismos se reproduzam.

Professora: E impedindo a reprodução o que acontece com o alimento?

Tai: Fica conservado.

Professora: Agora escrevam para mim a resposta final de vocês.

Depois de alguns minutos o grupo apresentou a seguinte síntese:

Síntese do grupo 3 – Estudante Ra

01 Porque o sal faz as células se reorganizarem e soltar a água do peixe [carne] mantendo o peixe enconserva isso se chama Pressão osmótica.

Transcrição da síntese do grupo 2 – Estudante Ra

01 Porque o sal faz as células se reorganizarem e soltar a água do peixe [carne] mantendo o peixe enconserva isso se chama Pressão osmótica.

Ao pedir que os grupos elaborassem uma nova resposta após a inclusão do conteúdo científico, destacado no modelo geral de ação, exigimos que os estudantes elaborassem outro tipo de organização do pensamento, que já não deveria contar somente com o conhecimento empírico.

Optamos pela apresentação do diálogo do grupo 3 porque chamou a nossa atenção que os outros integrantes tenham discordado da resposta de Gui, que empregou a palavra suga; da mesma forma, o grupo 4 que também utilizou a palavra entre aspas. Entendemos que os alunos demonstraram consciência de que o significado daquela palavra não permitia que ela fosse aplicada à situação, o que seria um indício de que os estudantes buscavam a utilização de uma linguagem não cotidiana, ação que requer a apropriação de novos conceitos e uma reorganização dos processos mentais.

Ao entrar em contato com a situação-problema, os estudantes puderam vivenciar um problema semelhante ao vivido por outras pessoas em algum momento da história da humanidade. Essa participação ativa dos estudantes na tentativa de resolução permitiu a mobilização das funções psíquicas para o estudo dos conhecimentos científicos. Nesse movimento, o estudante colocou em curso os processos psíquicos de reflexão, análise e síntese, que constituem o pensamento teórico.

Como intencionávamos dirigir a atenção dos estudantes para o nuclear do conceito – a reprodução dos microrganismos –, consideramos pertinente a realização de uma experimentação almejando que o procedimento e seus resultados pudessem ser analisados com base nesse conceito.

Historicamente, o uso da experimentação em ciências parece ser um elemento convencional. A realização de atividades práticas pelos estudantes pode ser encontrada em John Locke (1632-1704), em Rousseau (1712-1778), em Pestalozzi (1746-1827), em Montessori (1870-1952), em Dewey (1859-1952) e outros. Cada autor lhes atribui diferentes enfoques (RABONI, 2002). No Brasil, o Manifesto dos Pioneiros de 1932, veiculando as propostas escolanovistas, reforçou a participação ativa dos estudantes, entendendo-a como a realização de atividade práticas e da observação direta dos fenômenos nas aulas de ciências.

De nossa perspectiva, não basta o uso de roteiros de experimentação para que uma aula promova a aprendizagem. Conforme Carvalho et al (1998), existem princípios que fundamentam o uso da experimentação para que ocorra sempre de maneira integrada às teorias e auxilie na problematização de situações e na elaboração de modelos explicativos.

A principal função das experiências é, com a ajuda do professor e a partir das hipóteses e conhecimentos anteriores, ampliar o conhecimento do aluno sobre os fenômenos naturais e fazer com que ele as relacione com sua maneira de ver o mundo. (CARVALHO et al, 1998, p. 20).

No meu modo de ver, as atividades práticas de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental podem desempenhar múltiplos papéis, desde a fruição possível, a partir da manipulação e da obtenção de efeitos materiais sobre os objetos, até a discussão sobre os fenômenos presentes em cada atividade, passando pela constatação de situações e objetos semelhantes em nosso dia a dia e pela ampliação das possibilidades de representação do ambiente e de integração com outras disciplinas (RABONI, 2002, p. 37).

Buscamos, por meio da experimentação, que os estudantes, atuando com o conceito de microrganismos, buscassem soluções para um problema e, assim, tomassem consciência de suas ações e das variáveis envolvidas na situação. Por isso, solicitamos que eles refletissem sobre os seguintes questionamentos:

Na aula anterior vimos que os microrganismos podem ser encontrados em quase todos os lugares. Pensando no ambiente em que estamos, quais seriam os locais onde encontraríamos a maior quantidade desses seres? O que permite a presença dos microrganismos nesses locais?

Grupo 1

Al: *Achamos que é no lixo, no chão e no ar. E o que faz ter mais é a sujeira.*

Grupo 5

Dê: *Nós marcamos no bebedouro, no banheiro, na cozinha e nas pessoas porque tem alimentos e água para eles.*

Grupo 2

Lê: *Na saliva porque a gente come várias coisas que atrai eles. No lixo porque jogam chiclete e várias coisas lá.*

Li: *Na mesa porque rabiscam e colam chiclete.*

Gus: *No chão porque tem gente que come dentro da sala aí caí salgadinho.*

Grupo 4

Guil: *Em locais úmidos ou locais que tenham árvore, terra e chão ideal. O que permite a sua presença é a temperatura e a umidade propícia para a reprodução.*

Professora: *Chão ideal?*

Guil: *É... Um chão propício para os microrganismos, como a terra.*

Nessas falas, observamos que o grupo 1 e 2 ainda utilizava uma significação de senso comum, que relaciona microrganismos a sujeira. Os outros conseguiram relacionar alguns elementos essenciais da vida dos seres vivos, como a água e o

alimento, com a presença de microrganismos em determinados locais, o que pareceu um indício de que eles estavam começando a estabelecer relações conceituais. O conceito de microrganismo foi relacionado ao de ser vivo e às necessidades de alimentação e de água que os organismos vivos em geral possuem. O grupo 4, ainda que com erros conceituais, foi capaz de estabelecer uma primeira relação entre quantidade de microrganismos, condições ideais e reprodução, aproximando-se mais de um olhar científico para o fenômeno.

Após essa reflexão, os alunos deveriam proceder à leitura do texto “Técnica de cultura” e à realização de uma experimentação para observar a ocorrência do fenômeno, qual seja, a reprodução dos microrganismos, identificar as condições de sua ocorrência e, assim, analisar os elementos com os quais o homem pode agir para controlar a reprodução desses seres vivos.

Quadro 3 – Técnica de cultura

TÉCNICA DE CULTURA

O estudo dos microrganismos era dificultado devido ao tamanho diminuto, à transparência e a motilidade desses seres que Pasteur denominava de “corpúsculos organizados”. Desde a invenção do 1º microscópio passaram-se muitos anos até que os cientistas alemães, acidentalmente, observassem colônias crescendo sobre batatas fervidas e, assim, pudessem encontrar uma forma de isolar os micróbios individualmente.

*Foi Robert Koch (1843-1910) que desenvolveu um **meio para cultivar os microrganismos**. Ele descobriu que uma substância extraída das algas se solidificava e permitia a separação desses seres, o ágar. Richard J. Petri (1852-1921) aproveitando os estudos de Koch dedicou seus estudos a inventar uma placa especial para depositar o meio contendo ágar que ficou conhecida como **placa de Petri**.*

Hoje, você e seu grupo irão atuar como Richard J. Petri coletando microrganismos e depositando eles em uma placa de Petri com meio de cultura feito com gelatina incolor, caldo de carne, açúcar e água quente.

Preparo do meio de cultura: *Dissolva um pacote de gelatina incolor e um cubo de carne em duas xícaras de água quente previamente fervida. Em seguida, adicione uma colher (sopa) de açúcar à mistura. Disponha o preparo ainda quente em Placas de Petri (podem ser substituídas por tampas previamente fervidas ou copinhos plásticos). Tampe os meios de cultura com filme plástico e guarde-os em local fresco.*

Coletando microrganismos: *Para coletar os microrganismos cada grupo deverá esfregar uma haste flexível de algodão no local escolhido e, em seguida, passa-la levemente sobre a superfície do meio de cultura.*

Após transferir o material para o meio de cultura, a haste de algodão deverá ser descartada e todas as placas bem fechadas com filmes plásticos, identificando com etiquetas e guardados em lugar onde não haja sol direto.

Apesar dos microrganismos se reproduzirem rapidamente, esse processo não é instantâneo. Será preciso, portanto, aguardar até a próxima aula para que as colônias possam ser vistas. É importante que o plástico filme não seja retirado, pois não sabemos que tipo de microrganismos cresceu no meio de cultura, alguns podem causar doenças aos seres humanos.

Divisão da coleta:

Grupo 1 – Fazer a coleta na descarga, na torneira e na maçaneta da porta do banheiro.

Grupo 2 – Fazer a coleta nas mesas do refeitório.

Grupo 3 - Fazer a coleta nas carteiras da sala de aula.

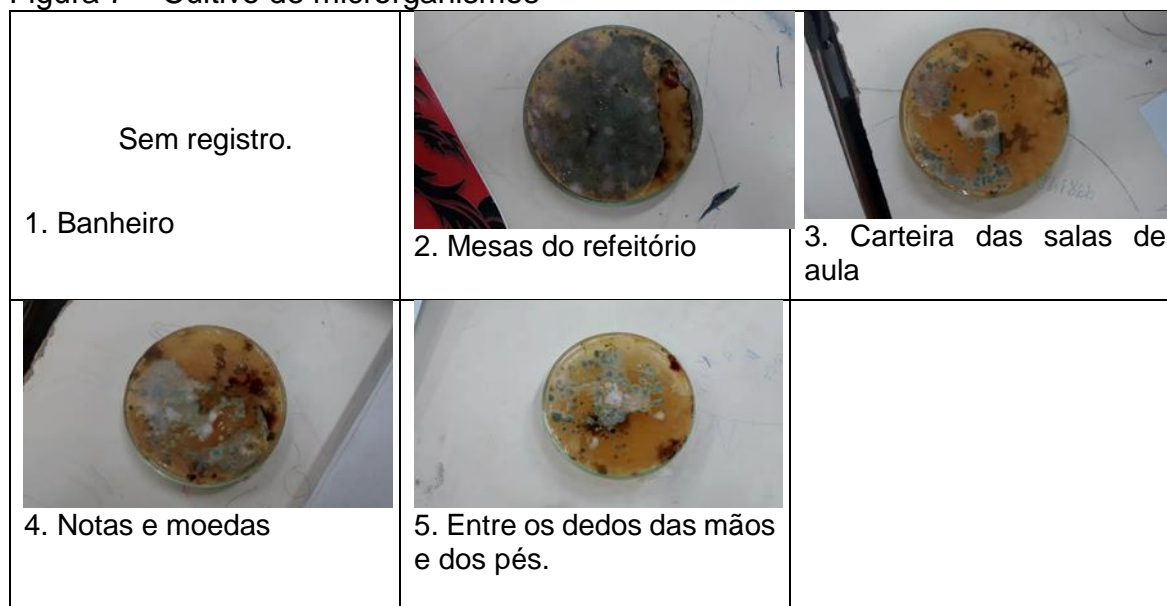
Grupo 4 – Fazer a coleta em notas de dinheiro e moedas.

Grupo 5 – Fazer a coleta entre os dedos das mãos e dos pés de alguém.

Fonte: Adaptado de Tortora, Funke e Case, 2017 e São Paulo (Estado), 2017.

Na semana seguinte, os grupos procederam à análise do experimento. A aparência do material coletado diferenciava-se conforme o grupo:

Figura 7 – Cultivo de microrganismos



Fonte: Elaborada pela autora.

Como apenas o uso de um roteiro de experimentação não garante que o fenômeno seja analisado para além de sua aparência, elaboramos um roteiro para a análise do material coletado e do cultivo dos microrganismos, de modo que a atenção dos alunos fosse dirigida para o fenômeno como um todo, isto é, em sua relação com outras manifestações, com sua essência e sua universalidade.

Na elaboração desse roteiro, buscamos alcançar as motivações subjetivas do aluno, isto é, gerar interesses e motivos, de modo que suas funções psíquicas e seu comportamento se tornassem volitivos e dirigidos para a apropriação de

conhecimentos sobre os meios que permitem o controle da reprodução dos microrganismos. Assim, o roteiro para análise dos resultados do experimento ficou da seguinte forma:

1. O que são as manchas que vocês observam nas placas? Como elas se formaram?
2. Qual foi o local onde foi encontrada a maior quantidade de microrganismos? Por quê?
3. Assim como Robert Koch e seus assistentes, você e seus colegas coletaram microrganismos e os depositaram em meios de cultura dispostos em placas de Petri. O que permitiu que os microrganismos coletados formassem colônias nas placas?
4. Será que essas colônias de microrganismos podem crescer infinitamente nessas placas?

Começamos a análise da primeira questão com uma discussão coletiva:

Professora: “O que são as manchas que vocês observam nas placas? Como elas se formaram?”

Lê: São microrganismos.

Gu: Bactérias.

Dê: Fungos.

Guil: É a reprodução deles.

Professora: Deles?

Guil: Dos microrganismos.

Sala: Tem como saber o que é cada mancha?

Professora: Para saber se são fungos, bactérias ou vírus precisaríamos de um microscópio... Mas vamos lá, o que são as manchas que vocês estão observando nas placas?

Lê: São microrganismos.

Dê: Professora, são fungos, vírus e bactérias, né?

Professora: E o nome que damos a todos ele é?

Dê: Microrganismos.

Professora: Mas vocês estão enxergando eles? Eles não são seres microscópicos?

Lê: São, mais aqui eles estão muito agrupados.

Professora: Isso! Vocês estão enxergando porque eles se reproduziram e formaram colônias de centenas ou milhares microrganismos... Mas como elas se formaram?

Dê: Reproduziu.

Lê: Elas foram se juntando.

Professora: Elas?

Lê: Os microrganismos... Ah! Eles se reproduziram.

Com exceção dos quatro grupos que, após a discussão coletiva, foram capazes de formular sínteses que julgamos adequadas ao momento, a resposta do grupo de número quatro chamou a nossa atenção. *La disse: “São colônias de microrganismos que enxergamos porque estão agrupados. Elas se formaram através das sujeiras na coleta”.*

O grupo quatro foi o único que ainda estabelecia uma relação direta entre microrganismos e sujeira. Conforme já discutimos, Duarte (2015), apoiado em análises de Heller, aponta que certas ideias podem ser adotadas pelo indivíduo em um enraizamento profundo e, por isso, são de difícil mudança.

Além disso, o domínio de certos conhecimentos e capacidades não ocorre repentinamente, mas passa por uma série de etapas que dependem da complexidade do conteúdo a ser apropriado e da receptividade do estudante. Ou seja, o progresso do desenvolvimento mental não é imediato. É necessário um período considerável de tempo e a aquisição dos métodos de análise, síntese e da capacidade de generalização para que ocorra uma mudança qualitativa no pensamento do estudante que lhe permita explicar os fenômenos da realidade pela mediação dos conceitos científicos (KOSTIUK, 2005).

Considerando que estávamos no início do estudo, dirigimos um olhar mais atento às discussões realizadas no grupo 4. Conforme indicado por Sforni (2004, p. 117), na experimentação, cabe ao professor estar atento “[...] ao plano intrapsíquico, à presença e à qualidade das negociações entre os alunos e destes com o professor acerca dos critérios utilizados nas tarefas”.

Assim, continuamos a nos orientar pela compreensão de que a apropriação de um princípio geral e a formação de uma nova visão sobre o fenômeno somente poderiam ocorrer na sequência das atividades de estudo e à medida que o contato do estudante com o conteúdo científico se ampliasse, a ponto de levá-lo para além dos conceitos cotidianos, de forma que conhecesse mais concreta e profundamente a realidade da qual é parte.

Seguindo para a análise da segunda questão, perguntamos à turma “*Qual foi a placa que teve a maior formação de colônias? “Era esse o resultado que vocês esperavam?”*”:

Ra: Foi a da mesa do refeitório

Sala: Nós achamos que iria ser no banheiro.

Professora: Por que será que no banheiro formou menos que no refeitório?

Al: É que a tia tinha acabado de limpar lá.

Professora: Então o que aconteceu ali no banheiro?

Sala: Não tinha tanto microrganismo.

Professora: Por que não tinha?

Sala: Foi lavado com produtos.

Professora: Isso, usou algum produto que fez o quê?

Sala: Tirou os microrganismos.

Professora: Tirou ou matou os microrganismos, concordam? Mas por que no refeitório foi o local onde se formou a maior quantidade de colônias? (Deixei os estudantes pensando).

Depois dessa discussão coletiva, deixamos que os grupos procedessem à análise até chegar a uma síntese. Fomos acompanhando os diálogos e fazendo algumas intervenções para que o pensamento dos estudantes fosse dirigido para a percepção de que os microrganismos precisam de um meio que forneça nutrientes para que eles possam se reproduzir. Alguns dos diálogos realizados na tentativa de resposta à segunda questão: “Qual foi o local onde foi encontrada a maior quantidade de microrganismos? Por quê?”, foram os seguintes:

Grupo 3

Ra: É onde as pessoas comem e passam a mão e todas as pessoas da escola aí acabam juntando microrganismos porque acaba caindo comida, o microrganismo também quer a água para se reproduzir. Então aí a comida e água, nutrientes e água.

Professora: Qual é a relação entre a água, os alimentos e os microrganismos?

Ra: Não sei... Ah, iria ajudar eles a se reproduzir.

Grupo 5

Ka: É que no refeitório tinha nutrientes (estudante mostra-se pensativo)

Professora: E?

Dê: É que os microrganismos precisam de alimento e lá tem aí eles reproduzem em maior quantidade.

Na tentativa de resposta para a terceira questão: “O que permitiu que os microrganismos coletados formassem colônias nas placas?”, os grupos realizaram as seguintes análises:

Grupo 3

Ra: Porque tinha nutrientes e água que permitia que eles se reproduzissem.

[...] Ruídos.

Professora: Vejam o que tinha naquele meio de cultura?

Ra: Água, caldo de carne e açúcar.

Professora: Então vou retomar a pergunta. O que é um meio de cultura?

Gui: É um meio que tem todos os nutrientes.

Professora: Para quê?

Ra: Para que os microrganismos se reproduzam.

Grupo 2

Lê: Tem o açúcar e o caldo de carne que são usados como alimentos por eles para se reproduzir, mas só vai até um ponto até quando (estudante não concluiu a sua fala, mas mostrou-se pensativo).

Gus: Quando já comeu

Lê: É quando já foi tudo.

Grupo 4

Ga: *Essa é bem simples. É porque o ambiente é propício para reprodução facilitando ainda mais a reprodução dos microrganismos fazendo assim a tal colônia.*

Professora: *Certo. Mas o que tinha ali que permitia a reprodução?*

Ga: *Foi o caldo de carne, a gelatina incolor, tinha... fala aí gente*

Guil: *Açúcar... E água.*

Ga: *Aí colocamos os microrganismos lá dentro e eles se reproduziram.*

Guil: *Também teve o ambiente úmido.*

Professora: *Úmido é pela água que colocamos?*

Ga: *Porque plastificou e usamos um pouco de água e ficou molhado por dentro.*

Professora: *Então, criamos um ambiente favorável para reprodução dos microrganismos.*

Por fim, a última questão: “Essas colônias de microrganismos podem crescer infinitamente nas placas?”, foi respondida rapidamente pelos grupos, como expressam os diálogos aqui transcritos:

Grupo 4

Guil: *Não*

Ga: *Porque ficava lotado fazendo assim com acabasse o jeito dele se alimentar, se multiplicar e com o tempo eles iriam acabar morrendo. O ambiente propício iria se tornar pior para ele.*

Guil: *E tem o fato de que eles não iriam conseguir obter o seu próprio alimento.*

Grupo 2

Lê: *Não porque o caldo e o açúcar iriam acabar e eles não poderiam se reproduzir infinitamente.*

Grupo 3

Ra: *Sim, depende das bactérias que tem.*

Professora: *Então se eu deixasse aquilo ali para sempre as colônias iriam continuar crescendo?*

Bel: *Não*

Professora: *Por quê?*

Tai: *Porque uma hora os nutrientes iriam acabar e eles iriam morrer*

Bel: *A água também.*

Professora: *Uma hora os nutrientes e a água iriam acabar e eles não conseguiram mais se reproduzir e nem sobreviver.*

Grupo 1

Quando me aproximei do grupo eles foram dizendo que a resposta estava muito fácil. Então, Jô leu a síntese do grupo: “Porque o espaço é muito pequeno e um dia o alimento e água iriam acabar”.

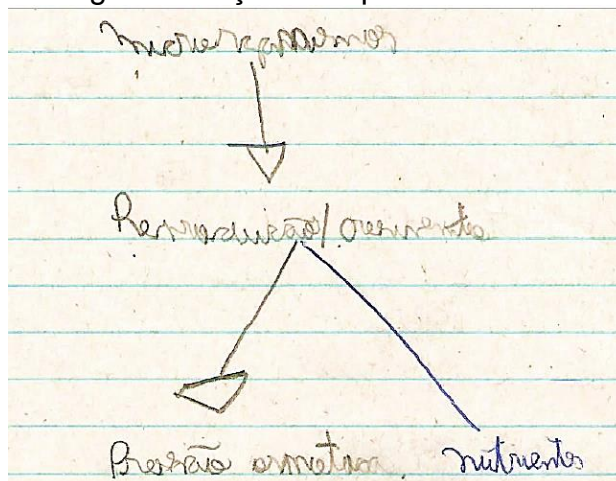
Professora: *E o que iria acontecer?*

Jô: *Eles iriam parar a reprodução e morrer.*

Ao procurar respostas para essas questões, os alunos se aproximaram do conceito de reprodução e das condições para que ela ocorra. Além da água, os microrganismos necessitam de outros elementos para sintetizar material celular,

como o carbono, o nitrogênio, o enxofre, o fósforo, o oxigênio (no caso de seres aeróbios) além de quantidades muito pequenas de outros elementos minerais, como ferro, cobre, molibdênio e o zinco, os quais foram sintetizados para os estudantes pelo uso do conceito: nutrientes. O modo de ação ficou assim nesse momento:

Figura 8: Cópia do modo geral de ação feito pelo estudante Gui.



Fonte: Acervo da autora.

Na sequência, apresentamos aos grupos novas situações-problema que expressavam outras manifestações particulares do conceito, como a utilização do açúcar para produção de compotas de frutas e a técnica da desidratação para obtenção das frutas secas.

Em épocas de colheita de certas frutas, como a goiaba, o figo e a uva, as pessoas não conseguiam comer toda a produção de uma vez. Então, algumas pessoas, para evitar que essas frutas estragassem e que elas pudessem consumi-las em outros momentos arrumavam formas de conservá-las. Vocês imaginam como elas faziam isso sem geladeira ou freezer?

A solução dessa situação-problema exigia que o aluno estabelecesse as ligações essenciais entre os conceitos de microrganismos, reprodução, pressão osmótica e um novo conceito a ser estudado, a temperatura. Algumas das análises realizadas pelos alunos estão expressas nos seguintes diálogos:

Grupo 3

Ra: Professora, eu acho que é impossível

Professora: Impossível? Falem o que vocês entenderam da situação.

Ra: *[Ruídos] como eles iriam armazenar sem freezer.*

Professora: *Então, as pessoas colhiam frutas e não dava para consumir tudo de uma só vez. O que elas faziam para conserva-las por mais tempo?... Vamos pensar no que os microrganismos precisam para se reproduzirem.*

Ra: *De água e de nutrientes.*

Professora: *E nós queremos dar isso para eles?*

Ra: *Não*

Professora: *Então o que será que as pessoas faziam para conservar as frutas?*

Como os estudantes demonstraram que estavam em um processo de reflexão, deixei o grupo pensar e discutir um pouco mais e fui acompanhar os outros estudantes.

Grupo 5

Dê: *Não sabemos, professora.*

Professora: *Vamos pensar no que os microrganismos precisam para sobreviver e se reproduzir.*

Ka: *Tinha que tirar a água.*

Dê: *É, só que se deixasse no Sol iria apodrecer.*

Grupo 1

Diante do questionamento Ale afirma: Bom, não era “ponha” sal na fruta, né? (Estudante faz a pergunta, fica quieto, pensativo e depois prossegue o raciocínio). A água faz com que eles se reproduzam (Novamente para a fala e demonstra estar pensativo)

Professora: *Então o que era feito?*

Al: *É açúcar.*

Professora: *O que o açúcar iria fazer?*

Al: *Ah, eu sei que tem a ver com o açúcar.*

Depois de nossa intervenção, o grupo 3 conseguiu avançar nos processos reflexivos. Eles demonstraram conhecimento acerca de elementos essenciais à vida dos microrganismos: água e nutrientes, apesar de não conseguir aplicar o modo de ação para resolver a situação.

O grupo 5, apesar de afirmar que “*Tinha que tirar a água*”, ainda manifestava na resposta a observação cotidiano: “*É, só que se deixasse no Sol iria apodrecer*”, sem relacioná-la aos conceitos que estávamos estudando e, por isso, não foram capazes de avançar na explicação do fenômeno.

As falas de Al, no grupo 1, evidenciaram um processo reflexivo. O estudante percebeu que a situação não poderia ser resolvida do mesmo modo que a primeira (com a adição de sal para conservar a carne) e que era preciso retirar a água para impedir a reprodução dos microrganismos. Apesar dessa percepção, não conseguiram avançar na resposta ao problema.

O que dificultou que os grupos chegassem à solução da situação foi que eles tentavam resolvê-la como um problema prático e não como um problema de aprendizagem. Isto é, analisavam a situação em si, em sua especificidade, sem a aplicação do modo geral de ação. Apesar de a situação apresentar um problema concreto, ela foi elaborada como um problema de aprendizagem que exigia dos estudantes a apropriação de uma forma de ação geral que pudesse ser aplicada em distintas manifestações de um mesmo conceito nuclear (RUBSTOV, 1996).

Como os grupos demonstravam essa dificuldade, embasados em pressupostos defendidos por Davidov (1988), procuramos estimular os processos de reflexão e análise por meio da discussão coletiva.

Após retomar coletivamente o problema da conservação das frutas, Ga sinaliza que está em processo de reflexão:

Ga: *Eu pensei em outra coisa, mas não sei.*

Professora: *Fala, nós estamos pensando juntos.*

Ga: *Olha, para e pensa. Os microrganismos normalmente se reproduzem principalmente em locais úmidos, nem muito quente e nem muito frios, então e se colocassem em potes com gelo dentro. Mesmo quando formasse água seria uma água bem gelada.*

Professora: *Faz sentido o seu pensamento. Mas vamos lembrar que não existia congelador para fazer o gelo.*

Ga: *E de forma eles adquiriam o gelo?*

Sala: *Não tinha gelo! (risos da sala)*

Professora: *O máximo que o homem fazia era deixar o alimento em locais mais frescos.*

Lê: *Gente, eu acho que colocavam açúcar.*

Ra: *Eu também pensei no açúcar, mas aí iria vim formigas que iria estragar as frutas.*

Lu: *Ah, mas se deixasse fechado...*

Gus: *Tinha que lavar o recipiente, mas a água também deveria ser suja, ter microrganismos.*

Professora: *E dá para fazer algo para evitar os microrganismos na água e nos recipientes?*

Gus: *Esquentar talvez...*

Lu: *Esquentar até a água ficar morna, aí eles iriam morrer.*

Professora: *Água quente mata os microrganismos?*

Sala: *Sim! Mas não todos.*

Gus: *Num programa falou que antigamente eles ferviam a água para tirar todos.*

Professora: *Sim, isso é feito até hoje. Quando temos dúvida se água é potável devemos ferver para matar possíveis microrganismos.*

No momento em que falamos da ação de ferver a água para matar possíveis microrganismos, poderíamos ter apresentado outras situações do cotidiano dos alunos e que são alvo de nosso estudo, como a pasteurização de leite, de sucos e de outros alimentos industrializados que são conservados desse modo. Ou seja, esse conhecimento faz parte da tecnologia usada nas indústrias e não é usado

apenas em situações domésticas, como a purificação da água. No entanto, na dinâmica da discussão, essa oportunidade foi perdida e somente identificamos essa possibilidade no momento de análise dos dados.

O diálogo coletivo prosseguiu:

Dê: *Então, ferver a água e colocar açúcar.*

Ra: *Será que o açúcar não serve de alimento para o microrganismo?*

Professora: *Ótimo, Raí! Nós já vimos lá no meio de cultura que o açúcar serviu de alimento para eles. O que seria diferente aqui?*

Ra: *Teria que ferver a água, deixar ela morna, colocar no recipiente, colocar a goiaba e tampar.*

Lu: *Professora, seria igual fazer café. Coloca a água, o açúcar e ferve. Coloca no recipiente com a fruta e fecha.*

Ra: *Professora, mas aí do mesmo jeito ia reproduzir o microrganismo porque o açúcar iria funcionar como nutriente.*

Novamente percebemos que os estudantes procuravam resolver a situação com conhecimentos empíricos, aprendidos em seu cotidiano, embora a reflexão de Ra indique que ela recuperou o aprendizado anterior e aplicou o conceito de nutrientes como condição para reprodução dos microrganismos. No entanto, os alunos não chegaram à percepção de que o açúcar é um soluto que poderia ser usado de forma semelhante ao sal nas carnes. Isto é, não conseguiram aplicar o mesmo modo de ação geral para controle da reprodução dos microrganismos por meio da pressão osmótica.

A hipótese que levantamos nesse episódio e no decorrer do experimento é que provavelmente, pela organização do ensino que vinha acontecendo nos anos anteriores, faltava aos estudantes a compreensão de conceitos básicos que pudessem ser relacionados e formassem um sistema conceitual mais amplo, que lhes oferecesse a possibilidade de um maior movimento do pensamento tanto na relação entre conceitos como na relação abstrato-concreto.

Para auxiliá-los na compreensão da conservação de frutas por meio da produção de compotas, uma técnica realizada até hoje, apresentamos algumas imagens da colheita das frutas, do cozimento das frutas e das compotas prontas. Iniciamos a análise das imagens de forma coletiva:

Professora: *O que será que era adicionado nessa compota?*

Sala: *Óleo, sal, vinagre*

Dê: *Vai colocar sal, gente?*

Professora: A compota não é doce? Se é doce o que vamos usar?

Sala: Açúcar

Professora: Isso, pessoal. Nas compotas é feito uma calda de açúcar que é jogada ainda quente em cima das frutas. Agora me digam, por quê e para quê?

Dê: Por causa da pressão osmótica.

Professora: Isso!

Nesse momento, fomos para a lousa completar o modo de ação geral, enquanto explicávamos: assim como sal desidratou a carne, o açúcar ajuda a desidratar a fruta porque, nessa situação, é utilizada uma quantidade muito grande. Faz-se uma calda de açúcar que, ao ser despejada sobre fruta, deixa em volta dela muita concentração de açúcar (fizemos um desenho de uma fruta com açúcar em volta e continuei a explicação). Então temos uma fruta com muito açúcar em volta. O que esse açúcar vai fazer?

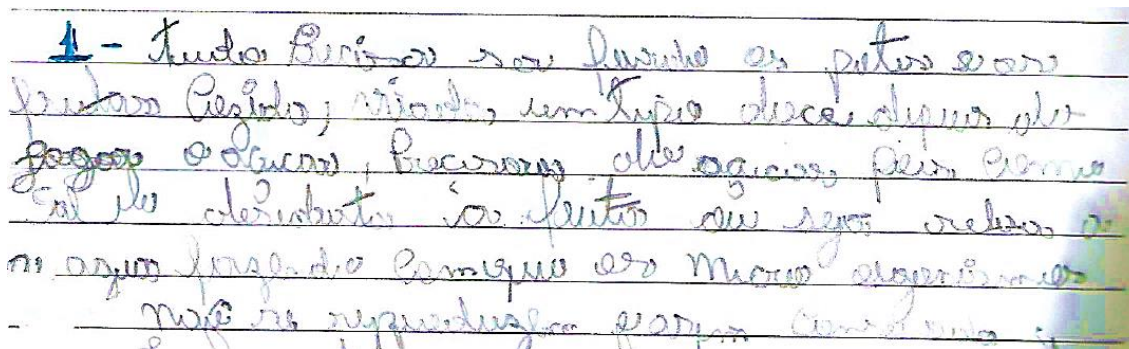
Ra respondeu rapidamente: Vai sugar a água da fruta.

Professora: Isso! Vai fazer com que a água saia e fruta ficará conservada por mais tempo. Vamos elaborar as respostas agora.

Em alguns momentos, percebemos uma certa distração e falta de interesse dos estudantes por articular as respostas. Como nos interessava acompanhar a organização do pensamento do estudante, saber se a fala era apenas um ato mecânico, uma mera reprodução, ou se tinha um significado conceitual para ele, pedíamos que os grupos sempre escrevessem suas respostas. Como afirma Vygotski (2001), a linguagem permite a organização do pensamento. A forma escrita exige que o aluno dirija sua atenção para a estrutura das frases e para a relação entre o signo e o significado da palavra (conceito), o que demanda operações complexas do psiquismo. Portanto, a linguagem escrita é um importante meio de o estudante tomar consciência dos seus atos de pensamento.

Escolhemos a síntese do grupo 4 como o episódio a ser apresentado porque julgamos que ela pode ser representativa das demais:

Síntese do grupo 1 – Estudante Lal



Transcrição da síntese do grupo 1 – Estudante Lal

1 – tudo precisa ser fervido os potes e as frutas cozida, [não compreendido] um tipo doce depois de jogar o açúcar, Precisa do açúcar pois como sal ele desidrata a fruta ou seja retira a água fazendo com que os micro organismos não se reproduzam e assim conserve.

A princípio, os estudantes pareciam estar presos à primeira situação, em que o sal era utilizado para conservação das carnes pelo efeito da pressão osmótica. Com a realização da discussão coletiva e a análise das imagens, eles puderam avançar na solução da situação-problema e perceber uma nova forma de ocorrência do mesmo fenômeno, assim como o sal, a adição de uma calda açucarada promove a saída de água das células.

No estudo da produção das compotas, estabelecemos diálogos pelos quais eles puderam identificar a existência de outro elemento que interfere na reprodução dos microrganismos: a temperatura.

Guil: Ah, fervia a água

Professora: Por que ferver a água?

Ga: Para matar os microrganismos

Guil: Aí colocavam em potes

Professora: E esse pote poderia conter microrganismos?

Ga: Sim, teria que ser um pote higienizado

Professora: Como se higieniza um pote?

Ga: A minha irmã quando compra madeira para a minha sobrinha ela ferve. Ela coloca em uma panela com água quente.

Professora: Vocês sabem porque as mães costumam fazer isso?

Ga: Agora vejo que é para matar os microrganismos.

As altas temperaturas aparentemente destroem os microrganismos pela desnaturação de suas enzimas e pela forma tridimensional dessas proteínas, que se tornam inativas. A resistência ao calor varia entre os diferentes microrganismos.

O efeito das baixas temperaturas depende dos tipos de microrganismo, mas nas temperaturas dos refrigeradores comuns (0 a 7°C), a maior parte tem a sua atividade metabólica tão reduzida que não pode se reproduzir ou sintetizar toxinas.

Procurando incitar uma reflexão sobre a influência da temperatura na reprodução microbiana, elaboramos uma situação-problema envolvendo a fabricação do pão caseiro. Antes de apresentar a situação, julgamos necessário que os alunos compreendessem os processos de fermentação láctea e alcoólica.

Os alimentos fermentados estão entre os mais antigos alimentos processados. Em linhas bem gerais, consiste na preservação dos alimentos pela ação de certos microrganismos que resulta na produção de ácido láctico, acético ou etanol.

A fermentação láctea ocorre sobre os açúcares de origem vegetal ou animal produzindo ácidos orgânicos e alimentos como o pickles, chucrute, azeitona, iogurtes, manteigas²⁵, leites fermentados e queijos (TORTORA; FUNKE; CASE, 2017).

Realizamos a explicação dos conceitos por meio de um experimento²⁶ com garrafas pet, água em temperatura ambiente, água morna, açúcar, farinha de trigo e bexigas em que os estudantes tivessem que refletir e analisar para compreender que o resultado do processo de fermentação alcoólica é a produção de etanol e de gás carbônico (CO₂), enquanto da fermentação láctea é a produção de ácido láctico.

Na sequência, apresentamos a seguinte situação-problema e acompanhamos as discussões nos grupos:

Imagine que seu grupo decidiu fazer um pão caseiro. Enquanto separavam os ingredientes vocês colocaram a água para esquentar porque na receita estava escrito que era necessário “água morna”, mas acabaram se distraindo e a água ferveu. Como não tinham tempo para esperar a água esfriar, usaram a água assim mesmo, bem quente. Fizeram tudo certinho, colocaram o pão em uma forma para ele crescer e depois levá-lo ao forno. Mas surpresa: O pão não cresceu! Vocês ficaram inconformados... Por que isso aconteceu?

²⁵ A manteiga (fermentada) é produzida pela nata do leite que é batida até que os glóbulos sejam separadas do leitelho líquido (sobrenadante resultante da bateção da manteiga). O sabor típico da manteiga e do leitelho são derivados de duas moléculas de ácido acético (diacetil), produto final da fermentação de algumas bactérias ácido lácticas (TORTORA; FUNKE; CASE, 2017).

²⁶ Para saber mais sobre a organização do roteiro de experimentação ver: Caderno do professor, 7º ano, p. 26.

Grupo 4

O estudante Ga falava com seu grupo: Como o fermento é a base de microrganismos a água estaria em uma temperatura alta para a reprodução, como água estava fervida tornava-se impossível a reprodução dos microrganismos.

Professora: *Então a água fervente fez o que com os microrganismos?*

Ga: *Não deixava que eles se multiplicassem, se reproduzissem porque a água não estava em uma temperatura ideal.*

Professora: *Sim, altas temperaturas matam os microrganismos, e no caso, impede a fermentação.*

Ga: *Professora, deixa eu fazer uma pergunta. Essa mulher aqui matava as aulas de Ciências? (apontando para o caderno, em tom sério)*

Professora: *Ga, eu não entendi.*

Ga: *Por que que diabos ela vai fazer um pão com fermento biológico colocando água fervente!?*

Guil: *Professora e também na própria questão passada a gente já respondeu isso, quando tirava os microrganismos do pote usando água fervente.*

Professora: *Isso mesmo, Gui! Você conseguiu ligar uma situação a outra.*

Nesse diálogo, percebemos que os alunos estavam aplicando os conceitos científicos e o modo de ação geral para resolver a situação-problema. O processo reflexivo que Ga expôs ao grupo culminou na generalização feita por Guil. Quando o estudante relacionou dois fenômenos que, em sua aparência, são diferentes, ferver os potes para fazer compotas de frutas e água morna na receita do pão, realizou o processo de ascensão do abstrato ao concreto, isto é, utilizou a capacidade de buscar nas abstrações (nos conceitos) a relação essencial ou universal entre as manifestações de um mesmo fenômeno. Dito de outra forma, utilizou a capacidade de analisar uma situação particular por meio de conceitos gerais, e assim, reconhecer o singular como universal.

É com a generalização que os significados das palavras (dos conceitos) mudam:

[...] no aspecto psicológico, o significado da palavra não é mais do que uma generalização ou um conceito, como temos podido nos convencer ao longo de investigações. Generalização e significado da palavra são sinônimos. Toda generalização, toda formação de conceitos, constitui o mais específico, mais autêntico e mais indiscutível ato de pensamento (VYGOTSKI, 2001, p. 288-289).

Sabemos que o desenvolvimento do psiquismo é um processo e que não é por meio de um conteúdo específico que podemos garantir esse desenvolvimento. Ao mesmo tempo, entendemos que um ensino organizado que coloca em curso os processos mentais de análise, reflexão e síntese contempla a formação do

pensamento teórico. Assim, o pensamento vai se formando ao longo da escolarização, desde que o ensino seja organizado por meio de ações intencionais.

Outros episódios que revelam os processos reflexivos e analíticos dos estudantes foram os seguintes:

Grupo 2

Lê: *Eles fazem como nas garrafinhas que enche a bexiga a mesma coisa é que faz o pão.*

Professora: *Explica melhor. O grupo deve ajudar.*

Lê: *Porque eles produzem o CO₂ e o etanol e isso faz o pão crescer.*

Li: *Faz a fermentação.*

Professora: *Então o que é o processo de fermentação?*

Li: *Eu escrevi isso. Eles fazem o processo de fermentação que produz CO₂ que faz o pão crescer.*

Professora: *O etanol e o CO₂ são o resultado da fermentação, mas o que aconteceu para fermentar?... O que o microrganismo fez?*

Li: *Se alimentou do açúcar.*

Professora: *Usou o açúcar para obter energia e nesse processo liberou o CO₂ que fez o balão inflar e que iria fazer a massa crescer... então qual é a resposta da pergunta?*

Li: *O pão não cresceu porque a água ferveu e matou os microrganismos que não fizeram o CO₂, por isso o pão não cresceu.*

Professora: *Isso mesmo! Altas temperaturas matam os microrganismos.*

Grupo 3

Gui: *O pão não cresceu porque colocou água muito quente.*

Professora: *Certo, mas me falem uma coisa, o que é o fermento biológico?*

Gui: *São fungos*

Professora: *Do tipo?*

Gui: *Leveduras*

Professora: *E qual a função do fermento na fabricação do pão caseiro?*

Ra: *Faz a massa crescer.*

Professora: *Como ele fez a massa crescer?*

Ra: *A temperatura fez esse fermento meio que crescer.*

Professora: *Mas além da água morna ele precisou do que mais?*

Gui: *Açúcar.*

Professora: *E da farinha de trigo. Para quê?*

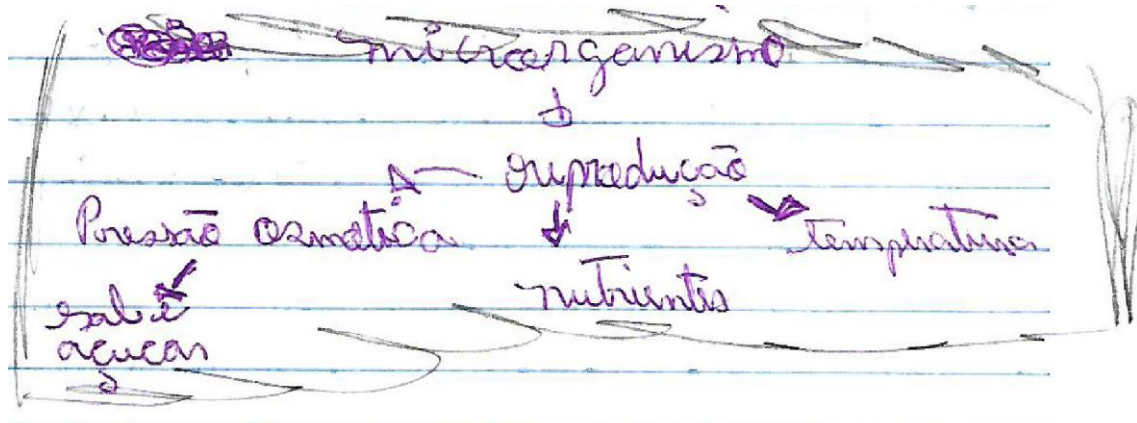
Ra: *Para se alimentar*

Professora: *E nesse processo chamado de fermentação ele liberou o CO₂ que inflou o balão e que faria a massa do pão crescer... então qual é a resposta? Mas eu quero que os outros falem. Ra e Gui falam bastante, mas quero ouvir vocês... Vai, Tai, explica a conclusão de vocês.*

Tai: *Vou ler... Para o pão crescer a água não pode estar quente porque vai matar eles e também não pode estar gelada porque vai congelar eles e não vão fazer a fermentação.*

O conceito de temperatura foi incluído na concepção dos alunos acerca das condições para o controle da reprodução microbiana. Nesse momento, o modo geral de ação ficou da seguinte forma:

Figura 9: Reprodução do modo geral de ação feito pelo estudante Ca.



Fonte: Acervo da autora.

A fim de incluir mais um elemento que o ser humano precisou conhecer para controlar a reprodução dos microrganismos sobre os alimentos, o potencial de hidrogênio (pH), questionamos os grupos acerca da fabricação de manteigas, queijos e coalhadas para o melhor aproveitamento do leite ordenhado e acerca da diferença de tempo na conservação de alimentos: leite, carnes e frutas, como a maçã, a laranja e o limão:

1. Além de procurar formas de conservar a sua caça e a colheita das suas frutas, o homem sem poder contar com eletrodomésticos como geladeiras e freezers também precisava encontrar um jeito de conservar o leite mais tempo. Por ser um alimento extremamente perecível uma das formas de conservação era transformá-lo em alimentos de maior durabilidade, como queijo, coalhada, iogurte e manteiga. Vocês sabem por que queijos, coalhadas, iogurtes e manteigas podem ser conservados por mais tempo que o leite?

2. Vocês já devem ter observado que alguns alimentos como o leite e as carnes são alimentos que se deterioram rapidamente, enquanto outros, como a maçã, a ameixa, a laranja e o limão demoram mais tempo para estragar. Vocês conseguem explicar por que alguns alimentos quando mantidos sobre as mesmas condições estragam mais rapidamente que outros?

As discussões que surgiram nos grupos, após esses questionamentos, podem ser exemplificadas pelos seguintes episódios:

Grupo 2

Lê: O que é coalhada?

Li: Prô, a minha avó falava que deixava o leite azedar para fazer iogurte.

Professora: É tipo um iogurte caseiro. Podemos fazer com um leite azedo ou com um pouco do iogurte que compramos.

Lê: *Eu acho que é porque o leite é mais... Aguado, é líquido e esses são sólidos, então é mais difícil para eles.*

Professora: *Vejam, o leite foi transformado em outros produtos, o que será que modificou?*

Lê: *Alimentos que têm mais durabilidade são mais difíceis dos microrganismos conseguirem entrar.*

Li: *E o queijo é mais sólido.*

Professora: *Sim, eles são mais duráveis porque os microrganismos têm mais dificuldade para se reproduzirem. Mas o que faz o microrganismo ter essa dificuldade?*

Li: *É mais sólido.*

Professora: *Não gente, não é a questão de ser líquido ou sólido. Vamos pensar: Pegou o leite e produziu coalhada ou iogurte, o que será que aconteceu nesse processo?*

Li começou a folhear o caderno, parou para ler e disse: O leite ficou fermentando.

Professora: *Isso! Faz a fermentação. E o que será que a fermentação faz nesses produtos?*

Os estudantes começaram a folhear o caderno em busca da resposta. Deixamos o grupo nesse exercício por um tempo. Quando voltamos, eles ainda se mostravam em dúvida. Perguntamos se eles tinham feito a leitura das anotações sobre a fermentação. Lê abaixou a cabeça, leu o que estava em seu caderno e disse:

Lê: *É o ácido lático... Eu falei que era!*

Professora: *Nos produtos fermentados temos a produção de ácido lático. Mas o que isso tem a ver com a reprodução dos microrganismos?*

Lê: *É tipo o gosto ou tem alguma coisa a mais para eles?*

Professora: *Tem algo a mais.*

Li: *O ácido lático.*

Grupo 3

Ra: *A Ta falou que pode ser a casca porque a carne e o leite não têm, já as frutas têm.*

Professora: *Sim, a casca ajuda na proteção do alimento. Mas além dela tem uma outra coisa que faz com que a reprodução dos microrganismos seja menor.*

Gui: *Ah, a fermentação lática.*

Professora: *A fermentação lática faz o quê? Deixa o leite como?*

Gui: *Ah, o que eu marquei que você passou ontem (estudante olha para o caderno). É o ácido lático.*

Professora: *Isso! Os produtos fermentados têm ácido lático.*

Ra: *Que dificulta a reprodução dos microrganismos?*

Professora: *Sim! Então, em meios ácidos, como nessas frutas ou nos produtos fermentados, os microrganismos têm mais dificuldade de se reproduzirem.*

Quando percebemos que os grupos identificaram a presença de um meio mais ácido, apresentamos o conceito de potencial de hidrogênio (pH). Explicamos que o pH se refere à acidez ou alcalinidade de uma solução. Fizemos a representação da escala de acidez ou alcalinidade na lousa, procurando explicar quando um meio é considerado ácido ou alcalino. Na sequência, explicamos que a

maior parte das bactérias se reproduz melhor em um pH próximo da neutralidade, entre 6,5 e 7,5 e que poucas se reproduzem em pH ácido, isto é, abaixo de 4. Por isso, alimentos como queijos e iogurtes, os quais possuem ácido lático em sua composição em razão do processo de fermentação, se conservam por mais tempo.

Após essa explicação, pedimos que os grupos elaborassem suas respostas acerca da produção de alimentos como queijos, iogurtes e manteigas para o aproveitamento e a conservação do leite por mais tempo.

As sínteses apresentadas estão exemplificadas na produzida pelo grupo 4:

Síntese do grupo 4 – Estudante Ga.

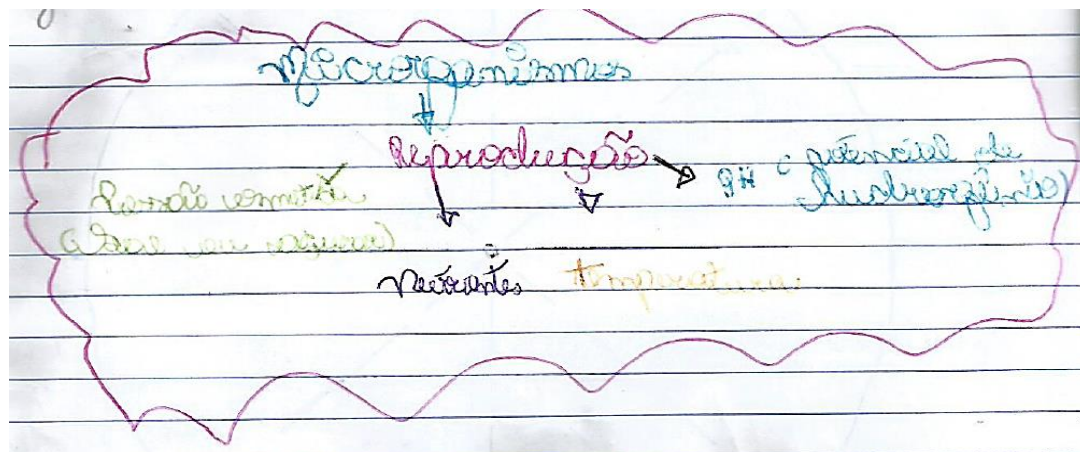
É por causa da fermentação que é usada no queijo e na manteiga coalhada deixa o alimento mais ácido impedindo a reprodução dos microrganismos.

Transcrição da síntese do grupo 4 – Estudante Ga.

1) E por causa da fermentação que é usada no queijo e na manteiga coalhada deixa o alimento mais ácido impedindo a reprodução os microrganismos.

Nesse momento, completamos o modo geral de ação:

Figura 10: Cópia do modelo geral de ação representado pelo estudante Dê



Fonte: Acervo da autora.

Reiteramos que não esperávamos a apropriação imediata dos conceitos. A aplicação das situações-problema, elaboradas de acordo com cada conceito do sistema conceitual que pretendíamos ensinar, tinha como objetivo colocar os estudantes em **reflexão** e, assim, possibilitar a tomada de consciência de suas ações, do movimento de seu pensamento e da internalização de um modo geral de ação que pudesse ser usado na resolução de situações que envolvessem o controle dos microrganismos.

Por meio das discussões entre os pares nos grupos e as nossas intervenções, buscamos a realização da **análise**, a decomposição do fenômeno em suas partes essenciais e nos conceitos relacionados, para que, em seguida, os estudantes pudessem unir esses conceitos e formar uma **síntese** conceitual que lhes permitisse ter um novo olhar sobre os fenômenos do mundo.

Para tanto, consideramos necessário instrumentalizar os estudantes com a linguagem científica, de modo que todas as atividades de estudo, realizadas de forma interpessoal e intersíquica, se convertessem em uma linguagem intrapessoal e intrapsíquica.

A linguagem científica e a elaboração da síntese conceitual

A linguagem científica promove um afastamento necessário para que os estudantes pensem no conceito, distanciando-se momentaneamente das situações práticas, para depois voltar a elas com um novo olhar.

Dialogar com o texto exige que o leitor saia de uma visão já consolidada sobre alguns fenômenos e insira o 'olhar do outro'. Nessa interação, ele pode modificar, complementar, incorporar, consolidar ou abandonar o pensamento pré-existente, ampliando seu repertório cultural (BELIERI; SFORNI, 2017, p. 700, grifos do autor).

Começamos nosso experimento didático com a apresentação de situações particulares, como a salga, a produção de compotas, a temperatura ideal da água para a fabricação do pão e a produção de queijos, manteigas e iogurtes. Consideramos essas situações como desencadeadoras do ensino de conceitos, já que os alunos não deviam ficar presos a situações particulares. A apropriação dos

conceitos requer que o pensamento se movimente do concreto caótico, das situações práticas e empíricas, para as abstrações, para os conhecimentos científicos e para a adoção de um modo geral de ação. Posteriormente, requer que o pensamento faça o caminho inverso, voltando para o concreto, mas um concreto pensado, de forma que o fenômeno pode ser compreendido de forma multilateral e profunda.

A força dos conceitos científicos, conforme Vygotski, está em sua alta capacidade de síntese, de sistematização e de generalização, o que permite ao pensamento libertar-se das condições particulares e expressar a universalidade.

Como o processo de desenvolvimento de um pensamento conceitual não é linear, existem retrocessos, avanços e muitas dúvidas no percurso. Por isso, no momento da leitura dos textos, assumimos uma postura mais diretiva para identificar os significados que os estudantes estavam atribuindo aos conceitos e esclarecer possíveis dúvidas e equívocos sobre os conceitos presentes no conteúdo do experimento didático. Procuramos observar se as atividades de estudo realizadas até momento permitiriam aos estudantes elaborar uma síntese geral.

Dessa forma, durante a leitura do texto apresentávamos questionamentos para que eles ficassem atentos aos elementos essenciais do texto e, assim, pudessem refletir e analisar os conhecimentos expostos nos textos. Os textos foram os seguintes:

Quadro 4: Crescimento Microbiano

CRESCIMENTO MICROBIANO

*Quando falamos em crescimento microbiano, estamos nos referindo ao **número de células**, não ao tamanho delas. Os microrganismos que "crescem" estão aumentando em número e se acumulando em **colônias** (grupos com grande número de células que podem ser visualizados sem a utilização de um microscópio).*

*Um dos fatores físicos que influenciam o crescimento dos microrganismos é a **temperatura**. A maioria dos microrganismos cresce mais nas temperaturas ideais para os seres humanos. Contudo, certas bactérias são capazes de crescer em extremos de temperatura que certamente impediriam a sobrevivência de quase todos os organismos eucarióticos.*

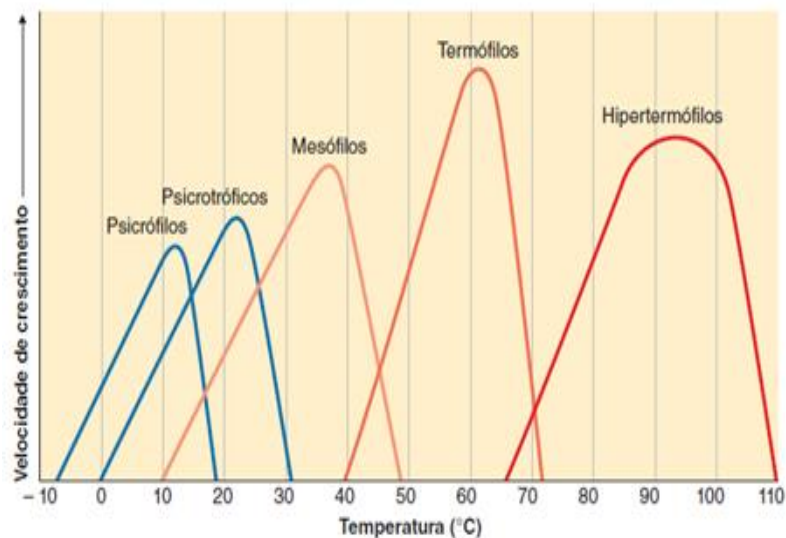
Os microrganismos são classificados em três grupos principais, com base na faixa de temperatura ideal para o seu crescimento:

1. Psicrófilos: microrganismos que se reproduzem bem no frio. Nesse grupo também se encontram os micróbios **psicrotróficos** que são os mais prováveis de serem encontrados na deterioração de alimentos em baixa temperatura, pois crescem muito bem em temperaturas utilizadas em refrigeradores.

2. Mesófilos: microrganismos cuja reprodução ocorre em temperaturas moderadas, entre 25°C e 40°C, por isso são os microrganismos mais comuns. Incluem a maioria dos organismos deteriorantes e patogênicos.

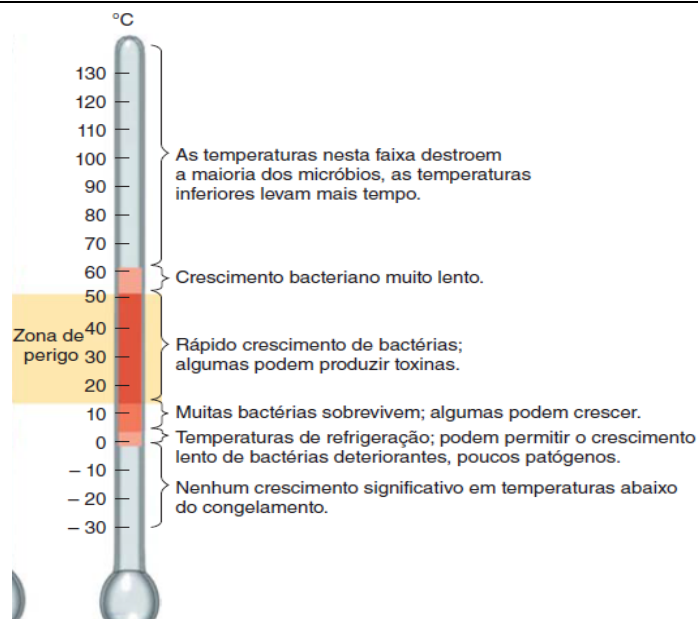
3. Termófilos: microrganismos que se reproduzem no calor. Nesse grupo também se encontram os organismos **hipertermófilos** cuja maioria vive em fontes termais associadas à atividade vulcânica.

A maioria das bactérias cresce em uma faixa limitada de temperatura, e há 30°C de diferença entre as temperaturas máxima e mínima de crescimento.



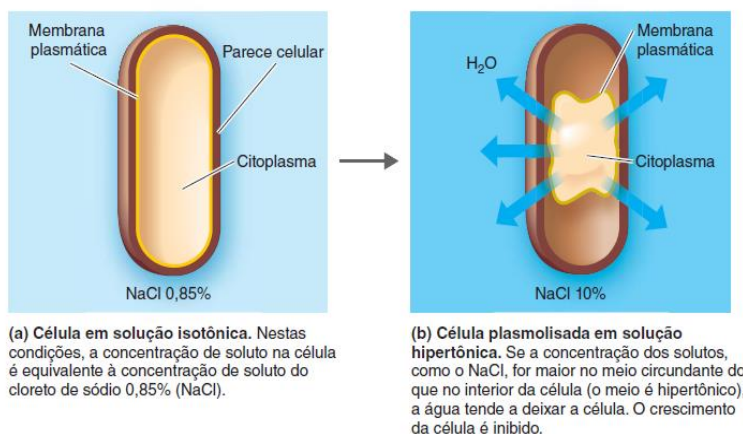
Velocidades de crescimento características de diferentes tipos de microrganismos em resposta à temperatura.

O pico da curva representa o crescimento ótimo (reprodução mais rápida). Observe que a velocidade de crescimento decresce rápido para temperaturas apenas um pouco acima do ótimo. Nos extremos da faixa de temperatura, a velocidade de reprodução é muito menor que a velocidade na temperatura ótima.



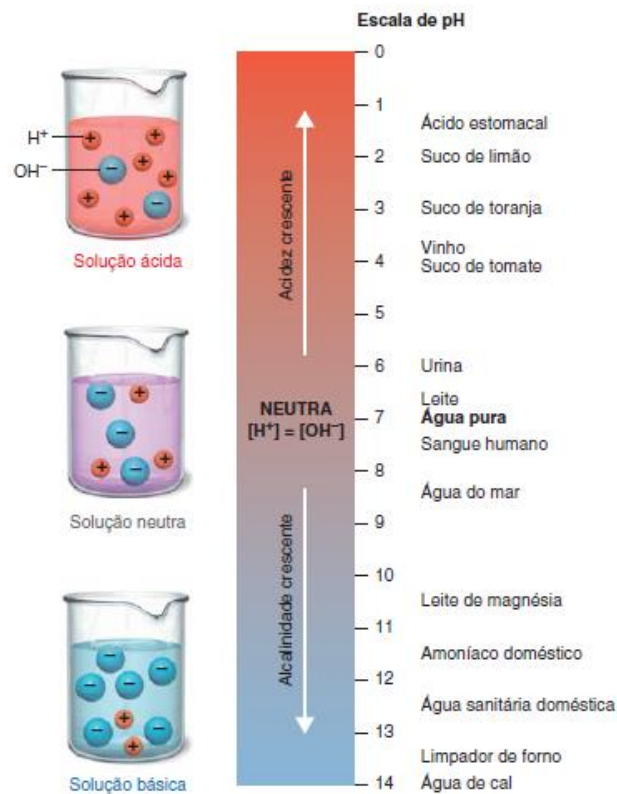
Outro fator importante no crescimento microbiano é a **pressão osmótica**. Os microrganismos obtêm a maioria dos seus nutrientes em solução da água presente no seu meio ambiente. Portanto, eles requerem água para seu crescimento. Quando uma célula microbiana está em uma solução cuja concentração de solutos, como o sal e o açúcar, é mais elevada que dentro da célula, a água atravessa a membrana celular para o meio com a concentração mais elevada de soluto.

Dessa forma, o uso de altas concentrações de sais e açúcares para conservar o alimento se baseia nos efeitos da pressão osmótica. Altas concentrações dessas substâncias criam um ambiente hipertônico que ocasiona a saída de água da célula microbiana. Por isso, grandes quantidades de sal são utilizadas para conservar carnes.



Plasmólise.

Para permanecer saudável um organismo deve manter um equilíbrio constante entre ácidos e bases. Dessa forma, o **pH** que significa **potencial de hidrogênio** é outra condição para o crescimento dos microrganismos. Quanto mais íons hidrogênio estão livres (H^+) em uma solução, mais ácida ela é. Da mesma forma, quanto mais íons hidróxido (OH^-) estão livres em uma solução, mais básica, ou alcalina, é ela.



A maioria das bactérias cresce melhor em uma faixa estreita de pH próxima da neutralidade, entre **pH 6,5 e 7,5**, apesar de muitas espécies tolerarem variações de pH entre 4 e 9. Para os fungos o pH ótimo é entre **pH 5 e 6**. Poucas bactérias crescem em pH ácido abaixo de 4. Por essa razão, muitos alimentos, como o chucrute, os pickles e muitos queijos, são protegidos da deterioração pelos ácidos produzidos pela fermentação bacteriana.

Além da temperatura, da pressão osmótica e do pH, os microrganismos precisam de fontes de **nutrientes** de onde possam obter elementos essenciais à sua vida, como **carbono, nitrogênio, enxofre, fósforo e oxigênio**.

O processo de reprodução dos microrganismos

Os microrganismos são seres vivos minúsculos, em geral, individualmente muito pequenos para ser visualizados a olho nu. Eles foram classificados em grupos: bactérias, fungos (leveduras e bolores), protozoários, algas microscópicas e vírus. Os seres vivos de cada grupo possuem diferentes formas e estruturas mais ou menos complexas, assim como distintas formas de reprodução. No entanto, todos os microrganismos dependem dos fatores necessários para o **crescimento microbiano**: temperatura, pH, pressão osmótica e fontes de carbono, nitrogênio, enxofre, fósforo e oxigênio.

O conhecimento acerca da existência desses minúsculos seres vivos e de suas formas de reprodução permitiu ao homem controlar a ação desses seres sobre os alimentos. Entre todos os microrganismos, as bactérias e os fungos (bolores e leveduras) são os que exercem maior impacto sobre os alimentos.

Nesse sentido, a seguir vamos estudar a reprodução assexuada das bactérias de forma que possamos compreender a relação que se estabelece entre o crescimento microbiano e os processos de conservação de alimentos.

A reprodução das bactérias

A forma de reprodução mais comum nas bactérias é a assexuada. Ela pode ocorrer de três formas distintas: por fissão binária, por brotamento e com a formação de esporos. A maior parte das bactérias se reproduz por **fissão binária** conforme demonstrado no esquema a seguir:

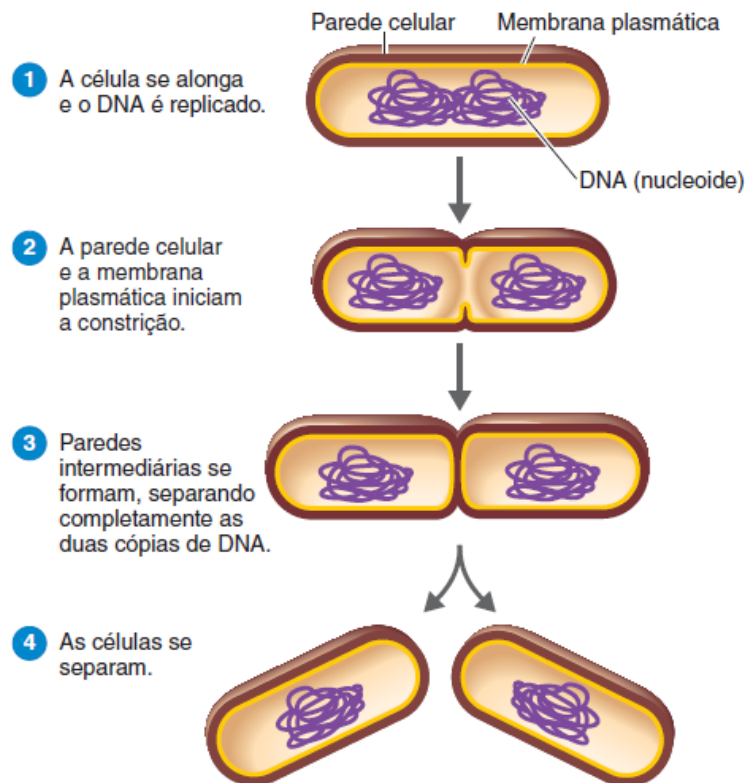


Diagrama da sequência da divisão celular

Algumas espécies bacterianas se reproduzem por **brotamento**; elas formam uma pequena região inicial de crescimento (o broto), que vai se alargando até atingir um tamanho similar ao da célula parental, e, então, separa-se dela.

Outras espécies de bactérias originam, sob certas condições ambientais, estruturas resistentes denominados **esporos** que desidratam a célula. Certos esporos são capazes de se manter em estado de dormência por vários anos. Ao encontrar um ambiente adequado, o esporo se reidrata e origina uma bactéria que passa a se reproduzir por divisão binária.

O tempo necessário para uma célula se dividir (e sua população dobrar) é chamado de **tempo de geração**. Ele varia consideravelmente entre os organismos e com as condições ambientais, como a temperatura. A maioria das bactérias tem um tempo de geração de 1 a 3 horas; outras requerem mais de 24 horas por geração. Assim, se a divisão ocorre a cada 20 minutos, como é o caso da *Escherichia coli*, em condições favoráveis, após 20 gerações, uma única célula inicial poderá ter gerado mais de um milhão de células.

O método matemático para o cálculo do tempo de geração está exemplificado na tabela a seguir:

Número de gerações	Números expressos em uma potência de 2	Número de células
0	2^0	1
1	2^1	2
2	2^2	4
3	2^3	8
4	2^4	16
5	2^5	32
10	2^{10}	1024
20	2^{20}	1.048.576

Por fim, devemos considerar que os microrganismos estão presentes em quase todos os ambientes e o conhecimento a respeito da sua reprodução nos permite controlar a ação deles em nossas vidas

Fonte: Elaborado pela autora com base em Tortora, Funke e Case (2017) e Pelczar (2005).

Como realizamos uma leitura dialogada para incentivar a interação do aluno com a linguagem científica (escrita e oral), o tempo demandado para essa atividade foi de duas horas-aula. Antes de começar, informamos aos estudantes que iríamos fazer uma leitura dialogada, isto é, que eles teriam que ajudar na explicação do texto e deveriam estar preparados para grifar e fazer anotações. Logo no início, perguntamos: por que a palavra cresce está escrita entre aspas?

Dê: *Por que ele não cresce de tamanho, mas sim de número.*

Professora: *Isso.*

Prosseguimos a leitura e logo fiz outro questionamento: expliquem-me, o que são colônias?

Sala: *Muitos microrganismos juntos.*

Professora: *Sim e onde nós vimos isso?*

Dê: *Na placa de Petri*

Lu: *Lá naquela gelatina.*

Professora: *Isso, lá nas placas. E por que foi possível vê-las?*

Sala: *Por que eles se reproduziram em muita quantidade.*

A leitura prosseguiu e quando concluímos o item microrganismos Psicrófilos, **Dê** perguntou:

Mas prô, aquela vez que a senhora trouxe as plaquinhas eles se reproduziram dentro da geladeira?

Professora: Não, eu não deixei dentro da geladeira. Eles se reproduziram em temperatura ambiente.

Nesse momento, Dê demonstrou que estava dialogando com o texto. O estudante se lembrou da atividade de cultivo de microrganismos e estava procurando identificar qual tipo de microrganismo tinha se reproduzido naquelas placas.

Continuamos a leitura e, quando chegamos na palavra deteriorante, questionamos: o que é deteriorar?

Dê: Tirar

Professora: Parece que eu ouvi alguém disse bater?

Lê: É estragar

Professora: Isso, estragar, decompor o alimento. Anotem isso aí do ladinho.

Professora: E patogênico? O que é um organismo patogênico?

Os estudantes ficaram em silêncio.

Professora: Nenhuma ideia?... Eles são deteriorantes, quer dizer, estragam os alimentos e o que eles podem causar na nossa saúde?

Gui: Matar.

Professora: Doenças. São organismos que causam doenças.

Aqui podemos observar a importância de entender qual o significado que os estudantes estão atribuindo aos conceitos que pretendemos ensinar. Cada palavra indica significados específicos, representa conceitos de elementos da realidade, por isso, a necessidade de fornecer os significados precisos. Sem isso, os estudantes poderiam elaborar compreensões errôneas do conteúdo.

Seguimos a leitura e, quando concluimos o parágrafo que tratava dos microrganismos Termófilos, Ra levantou a mão e disse:

Ra: Professora, eu vi uma reportagem que tem um deserto, não sei qual nome, que foi encontrada a maior temperatura, a Nasa foi lá, pegou o termômetro e mediu e era 70° C. e então eles conseguiriam se reproduzir e sobreviver lá normal?

Professora: Sim e se chegasse a 90° seria melhor ainda.

Dê: Se estiver muito frio eles sobrevivem?

Sala: Não!

Professora: Porque cada um tem a sua faixa de temperatura ideal para reprodução e sobrevivência.

Guil: É assim, se 35° é ótimo, mas se mudar para 37 já muda a reprodução.

Professora: Isso, as vezes uma mudança pequena, por exemplo nos mesófilos que falamos que a melhor é 35 ou 36° se for a partir de 40° já tem o decréscimo da curva, eles já não se reproduzem tão bem.

Guil: Porque cada um tem a sua característica.

Professora: Sim, é característica deles e cada um tem um padrão de reprodução.

Dê: Prô, ali naquele padrãozinho ali (apontando para uma curva de crescimento que eu tinha feito na lousa) se chegar, se for um pouco maior só que para cá (apontando o lado direito) ele não consegue se reproduzir mais?

Professora: O texto está dizendo que a melhor reprodução dos microrganismos acontece aqui no pico na curva (fomos na lousa para mostrar o pico da curva). Então, no caso do mesófilos, a temperatura ideal é 36° C. (escrevo 36° no pico da curva), se vai para 40° a taxa de reprodução começa a diminuir. Mas só vai parar de ocorrer nas extremidades da curva.

Ra: Eu tenho anotado aqui. As frutas está no 2 e 3 aqui o que é bastante ácido e carne e o leite está no 5 e 6, perto do 7.

Professora: Isso mesmo! Não aparece aqui, mas eu falei na aula passada, anatem aí, a carne e o leite estão entre o 5 e 6, perto da neutralidade, por isso são alimentos que se deterioram rapidamente.

Nesses episódios, podemos observar que os estudantes estavam procurando estabelecer relações entre os conceitos e as situações particulares. Dê, no primeiro episódio, buscou no conceito de microrganismos Psicrófilos a explicação para a reprodução nas placas de Petri. Ra relacionou ao conceito de microrganismos Termófilos uma reportagem que leu e o conceito de pH à conservação das frutas, das carnes e do leite. Esses são indícios do movimento do pensamento que vai do abstrato ao concreto, isto é, da capacidade de generalizar, de olhar para distintos fenômenos e encontrar uma mesma essência.

Além disso, nas falas de Guil e nas perguntas de Dê, percebemos que os estudantes estavam em processo análise e síntese diante da linguagem científica, condições necessárias para a apropriação dos conceitos e para o desenvolvimento de uma forma teórica de pensar e ver o mundo.

Nas duas aulas seguintes, dedicamo-nos à leitura do segundo texto: “Os microrganismos e a conservação dos alimentos”, realizada também de forma dialogada.

Quadro 5: Os microrganismos e a conservação dos alimentos

Os microrganismos e a conservação dos alimentos

Quando o suco da uva fica estagnado, ocorre a **fermentação**, processo no qual o álcool e outras substâncias químicas são produzidas pelo açúcar da uva. Por esta razão, Pasteur estava ansioso para refutar a teoria da geração espontânea e provar que a fermentação do suco de uva é resultado da presença de microrganismos.

Por volta de 1850, Pasteur atendeu a uma solicitação de uma indústria francesa de vinhos para estudar as doenças do vinho. Examinando os lotes de vinho bom e ruim, Pasteur encontrou microrganismos de diferentes tipos. Para poder assegurar a seleção dos microrganismos que produzissem um bom vinho, ele destruiu os microrganismos já existentes no suco da fruta, aquecendo e depois resfriando o suco. Em seguida, inoculou o suco com vinho de alta qualidade que continha o tipo desejado de microrganismos. Ele descobriu que o aquecimento do vinho por poucos minutos entre 50 e 55°C, na ausência do ar, permitia sua conservação. Atualmente, este processo é chamado de **pasteurização** e é intensamente utilizado pela indústria de alimentos.

A conservação dos alimentos surgiu com a civilização. O homem pré-histórico logo cedo compreendeu que deveria guardar as sobras de alimentos dos dias de fartura, para os tempos de escassez. Os primeiros métodos de conservação deveriam ser e foram extremamente simples. Tudo indica que os primeiros pedaços de mamute deveriam ter sido apenas secos ao sol; a secagem rápida da camada externa possibilita a conservação da parte interna.

A **secagem** é um dos processos mais antigos utilizados pelo homem na conservação de alimentos. Trata-se da exposição do alimento ao sol e a altas temperaturas. Com a secagem, ao diminuirmos a quantidade de água, estaremos não só reduzindo o peso, mas também criando condições desfavoráveis para o crescimento microbiano no produto. As vantagens da secagem são várias; entre elas podemos citar melhor conservação do produto, redução do seu peso, com a conseqüente redução dos custos com o transporte e com o armazenamento em relação aos produtos enlatados e congelados.

Os alimentos secos e desidratados podem ser consumidos diretamente, como por exemplo figos secos, banana-passa, uva-passa, ou reidratados, a exemplo de hortaliças utilizadas em formulações de sopas ou pós-solúveis, como café, produtos achocolatados e leite.

Com a descoberta do fogo, surgiu a **defumação**, ainda hoje utilizada. Trata-se da exposição do alimento à fumaça proveniente da queima incompleta de madeira, serragem, carvão, etc. Este processo é utilizado, principalmente, para carnes bovinas, pescado e embutidos. A fumaça resultante da queima do carvão contém compostos químicos que têm poder bactericida. Além disso, a exposição do alimento a altas temperaturas tem papel coadjuvante, uma vez que age como tratamento pelo calor e como desidratante, diminuindo, portanto, o teor de água dos alimentos. Ocorre também a formação de uma “casca” externa que atua como um “isolante” que dificulta a entrada de novos contaminantes.

Após a secagem e a defumação seguiu-se a descoberta da salga, um processo simples e muito prático. É outro método bem antigo de conservação de alimentos, já presente no tempo dos romanos. Consiste na adição de sal ao alimento, cobrindo-o completamente (em concentração elevada). O sal desidrata o alimento (retira a água da sua composição) por diferença de pressão osmótica – a água desloca-se do meio em que se encontra em maior concentração (no alimento) para fora – reduzindo a sua atividade e permitindo a sua conservação. Essa técnica foi usada para conservação das carnes até esse século quando foi substituída pela **refrigeração e pelo congelamento**.

As baixas temperaturas aplicadas aos alimentos causam inibição total ou parcial dos microrganismos. Na **refrigeração**, a temperatura em geral entre 10°C e -2°C atuam retardando o crescimento dos microrganismos por meio da diminuição das atividades metabólicas, reações químicas e enzimáticas. No **congelador**, podem-se alcançar temperaturas entre -1°C e -4°C. Em **freezers domésticos**, as temperaturas chegam a -14 e -17°C. O congelamento faz com que parte da água presente no alimento sofra uma mudança em seu estado físico formando cristais de gelo. Com a formação de cristais de gelo grande parte da água é imobilizada tornando-se indisponível para os microrganismos o que reduz a velocidade das reações químicas e enzimáticas.

Atualmente são muitas as técnicas utilizadas pelas grandes indústrias. Entre elas podemos citar o processo de embalagem a vácuo, o uso de aditivos e a radiação.

A embalagem a vácuo consiste na retirada do ar ao redor do alimento e na selagem da embalagem, melhorando consideravelmente o tempo de conservação do produto em relação ao produto in-natura. O processo de embalar a vácuo pode estender a vida útil de um alimento perecível de 3 a 5 vezes o tempo de vida normal quando refrigerado.

O **uso de aditivos** refere-se à utilização de conservantes químicos, estabilizantes, corantes, antioxidantes, espessantes, emulsificantes, agentes quelantes, flavorizantes, edulcorantes, acidulantes e umectantes, que reagem quimicamente com o alimento, conservando-o e também modificando-o, de modo que podem alterar a sua composição e o seu impacto junto ao organismo humano.

O uso da **radiação** na preservação dos alimentos é uma outra técnica de conservação dos alimentos. As radiações podem ser não ionizantes e ionizantes. A radiação não ionizante, como a luz ultravioleta, tem pouco poder penetrante, por isso é utilizada em equipamentos utilizados no processamento da carne e nos produtos de panificação. Já as radiações ionizantes penetram profundamente e são letais aos microrganismos, por isso estão sendo muito estudadas pela indústria alimentícia.

Fonte: Elaborado pela autora com base em Tortora, Funke e Case (2017) e Pelczar (2005).

Após a leitura do segundo parágrafo do texto que trata de pasteurização, perguntamos: o que é e como é feito o processo de pasteurização?

Lê: Aquece e depois resfria.

Professora: Isso, é um processo de aquecimento seguido por um resfriamento. Mas por quê? Microrganismos resistem a altas temperaturas?

Sala: Não, só alguns.

Professora: Por isso esse processo. Se alguns resistirem quando o produto é resfriado ocorre um choque térmico que mata possíveis microrganismos.

Prosseguimos a leitura e fizemos o mesmo questionamento acerca do processo de secagem: o que é secagem?

Lê: Expor o alimento ao sol.

Professora: Expor ao alimento ao sol é colocá-lo em que temperatura?

Lê: Altas.

Professora: Altas temperaturas fazem o que com o alimento?

Lê: Ele seca.

Professora: O que isso significa?

Sala: Que retirou a água das células.

Professora: Se retira a água o que acontece com os microrganismos?

Sala: Não se reproduzem ou morrem.

Professora: Isso, porque eles tiram os nutrientes da água e sem água eles não conseguem sobreviver e fazer a reprodução... Então, se eles não conseguem se reproduzir em uma carne que está secando sob o sol, o que acontece com essa carne?

Sala: Fica mais conservada.

Professora: Então processos de secagem e desidratação são feitos para retirar a água do alimento.

Também questionamos a turma quanto à embalagem a vácuo.

Dê: *É quando a carne tá dentro daquele pacote bem justinho.*

Lê: *Eles tiram o ar, empacotam sem ar, fica livre de ar, não sei como eles fazem isso, mas eles fazem... Fica sem oxigênio lá dentro.*

Professora: *É quando o saquinho fica grudadinho no alimento. Mas por que essa embalagem a vácuo permite a conservação do alimento?*

Dê: *Porque os microrganismos ficam sem ar lá dentro.*

Guil: *E os microrganismos são levados pelo ar como a senhora já falou e assim não vai ter tanto microrganismos.*

Professora: *Isso, porque está fechado, lacrado, não tem com os microrganismos entrarem e foi retirado todo o oxigênio que os microrganismos precisam. Então, os microrganismos que precisam de oxigênio não conseguirão sobreviver e se reproduzir, e novos microrganismos não conseguirão entrar.*

Nessas falas, podemos observar que os estudantes aplicaram o conceito de temperatura para analisar a técnica de pasteurização dos alimentos. O controle microbiano pela retirada de água das células também foi utilizado pelos estudantes quando analisamos o processo de secagem e desidratação dos alimentos. O conceito de nutrientes, apesar de não ser explicitado, também foi utilizado pelos alunos que citaram a ausência do ar, do oxigênio na análise do processo de embalagem a vácuo.

Dessa forma, entendemos que os estudantes conseguiram estabelecer a relação entre as técnicas de conservação dos alimentos e os conceitos relacionados ao controle da reprodução dos microrganismos.

Após a leitura desses dois textos, propusemos a elaboração de uma síntese do conteúdo trabalhado no experimento. Julgamos a produção da síntese como condição para que os alunos, por meio dos conceitos científicos, conseguissem identificar e analisar os conhecimentos acerca do controle dos microrganismos e pensar na necessidade desse conhecimento para a vida das pessoas.

A expectativa era de que, ao sistematizar a atividade, eles sentissem a necessidade de buscar no conteúdo científico a chave para questões que não poderiam ser respondidas por conhecimentos empíricos.

Nessa direção, apresentamos a seguinte situação para os grupos:

Agora vocês terão o seguinte desafio:

Vamos imaginar que a outra sala de 7º Ano desta escola ainda não tenha iniciado o estudo sobre os microrganismos. Como vocês já estudaram o conteúdo poderão auxiliar no

*aprendizado dos outros alunos. Para isso, vocês terão que produzir **um pequeno vídeo explicativo**, no qual **deverão utilizar os conteúdos dos textos** para explicar como conseguimos controlar a ação dos microrganismos nos alimentos. Utilizem exemplos para facilitar a compreensão dos outros alunos.*

A escolha da produção de um vídeo a ser apresentado para outra turma, e não diretamente para nós, foi uma tentativa de evitar que os estudantes produzissem cópias mecânicas e reprodutivas dos textos, levando-os à necessidade de utilizar sua própria linguagem e os significados atribuídos aos conceitos, juntamente com exemplos de situações que apresentavam a mesma essência. Essa linguagem (oral e escrita) poderia nos trazer indícios da apropriação dos conceitos e da capacidade de generalização.

As sínteses produzidas pelos cinco grupos se aproximaram das seguintes:

Transcrição da produção do grupo 2

Os microrganismos são divididos em 5 grupos, fungos, protozoários, bactérias, algas microscópicas e vírus.

Os microrganismos são seres vivos microscópicos então há muitos anos atrás, ninguém sabia da sua existência, até que o cientista Van criou 250 microscópicos que aumentam o objeto até 300 vezes.

Os homens das cavernas já sabiam que alguma coisa havia nos alimentos que apodrecia.

Os microrganismos tem uma reprodução muito rápida, por isso os alimentos estragam com mais facilidade.

As pessoas percebendo que alguns alimentos estragam com mais rápido tentaram várias formas de evita-los.

Uma pessoa para tentar evitar que a carne estragasse colocou sal e percebeu que a carne conservou por mais tempo esse processo se chama pressão osmótica isso acontece porque as células se reorganizaram e jogam a água fora porque o lado de fora fica hipertônico assim os microrganismos ficam sem água e não se reproduzem. Também existem uma técnica para as frutas.

Os microrganismos precisam de nutrientes para sobreviver e reproduzir, existe hoje em dia um método de evita-los chamado de embalagem a vácuo que é quando embalam o alimento sem deixar ar envolta dele assim os microrganismos não chegam ao alimento que é seu nutriente.

Igual a gente os microrganismos sobrevivem a uma temperatura boa para eles, a microrganismos que sobrevivem a temperaturas muito altas e outros na temperaturas do ambiente e outros ainda conseguem sobreviver a temperaturas congelantes, a varias formas de combate-los em relação a temperatura uma delas é a pasteurização este processo é o aquecimento do alimento e apos esse aquecimento ele é resfriado dando o choque térmico.

O próximo processo é a secagem que é quando se coloca o alimento no sol matando o que já tem de microrganismo e secando a sua água.

A defumação tratase da exposição do alimento a fumaça da queima do carvão, madeira e etc...

A defumação evapora a água da carne e cria uma camada protetiva.

A outro fator muito importante que é a refrigeração e congelamento do alimento as temperaturas da geladeira adormecem os microrganismos, o congelador também faz isso e adormecem até mais tipos de microrganismos, assim é conservado por mais tempo os alimentos da geladeira. O último de todos é o Ph, potencial de hidrogênio, a maioria dos microrganismos gostam de uma faixa estreita de Ph próxima da neutralidade entre ph 6,5 e 7,5, eles não gostam nem de nada tão ácido e nem tão básico, esse foi sua última descoberta. A acidez do algo se cria pela fermentação, existem 2 tipos de fermentação, a alcoólica e a láctica. A fermentação alcoólica onde se põe o fermento Biológico que é um fungo tipo levedura, se usa farinha, açúcar, água que produz o CO² e etanol.

Mais o que importa aqui é a fermentação Lactea que tem o seguinte processo: os microrganismos chamado Lactobacilos eles se alimentam do leite e do açúcar formado o Ph que é um ácido que se cria e que afasta os microrganismos.

Transcrição da produção do grupo 4

Os microrganismos são seres microscópico, o primeiro microrganismo foi visto a 300 anos atrás e apos isso os estudos sobre essa minúscula raça formam só se ampliando e apos um tempo foi descoberto uma maneira de controlar atividade dos microrganismos através de meios que impossibilitassem a sua reprodução.

Um desses meio através do controle da temperatura que e temperaturas muito baixas os microrganismos não conseguem se reproduzir ficando estagnado.

Na qual os numeros não aumentam controlando assim a atividade dos microrganismos além de haver outros metodos de controlar a reprodução, como a adição de Ph ácido que impedi que os microrganismos continua vivendo neste local, além de retirar a água deste local que é a principal fonte principal da reprodução dos microrganismos.

Outras formas:

Defumação: consiste basicamente na pessoa deixar o alimento perto do fogo para ficar exposto a fumaça, já que é a fumaça tem componentes químicos com o poder bactericida.

Secagem: basta a pessoa deixar tantas as frutas quanta a carne exposta ao sol. A diferença é que a fruta basta apenas deixa-la em um lugar onde pegue bastante sol, para secar a fruta impedindo a reprodução dos microrganismos. Já a carne é um pouco diferente só que com conceitos iguais e já que alem de deixar a carne exposta ao sol normalmente tambem é usado o sal, que já utiliza a pressão osmótica adicionando solutos na carne retirando a água do alimento e deixando inabitavel para micro organismos.

Alem dos metodos tambem a o processo de pasteurização se baseia basicamente no aquecimento do suco entre 50 e 55° na ausência de ar para matar microrganismos e depois o refrigeração para a temperatura ambiente. E por último, e não menos importante os métodos de Ph, que é o nível de ácido em escala numérica.

A maioria dos microrganismos crescem bem em uma faixa entre Ph 6,5 e 7,5, para conservar o leite, o iorgute é desenvolvido um elemento chamado ácido láctico que é desenvolvido a partir da acrescência de um microrganismo comprável que após se alimentar do açúcar do leite/iogurte cria esse tal elemento, que por ser muito ácido impede que os microrganismos deterioreem os alimentos.

Nessas produções, podemos observar que os estudantes permaneceram presos aos textos e às situações apresentadas nas aulas. Acompanhamos a elaboração de todos os grupos. Foram dedicadas três horas aulas para a produção dessas sínteses. Nesse momento, identificamos a dificuldade dos estudantes na

escrita de um texto. Eles começavam o texto e logo percebiam que a produção estava sem uma sequência lógica. Os grupos refizeram os textos que serviriam para orientação das falas de duas a três vezes, um indício de que eles reconheciam os limites do texto produzido e que não dominavam suficientemente a Língua Portuguesa para escrever com facilidade e de forma mais coerente.

Nossa hipótese é de que a causa dessa dificuldade seja a forma como o ensino estava sendo realizado até aquele momento, situação que corresponde ao que discutimos, no segundo capítulo: a atual organização do ensino de Ciências da Natureza, as relações de opressão e de exploração da nossa sociedade capitalista e dos limites que elas colocam à formação humana. A educação escolar vem sendo organizada de forma a atender às demandas de mercado da sociedade atual. Para isso, prioriza práticas pedagógicas voltadas para o desenvolvimento de capacidades e competências para que os sujeitos tenham condições de atuar no mercado de trabalho, como também, a formação de valores e atitudes de sociabilidade que possam conter as contradições que emergem do próprio sistema capitalista, e assim, manter a atual organização da sociedade.

Seguindo esse encaminhamento que é geral para as escolas brasileiras, as atividades de ensino na escola em que foi realizado o experimento eram trabalhadas conforme as orientações do Caderno do Aluno e do Caderno do Professor, material elaborado pela Secretaria da Educação e disponibilizado para as escolas estaduais de São Paulo, sem que fossem exigidas ações mentais de reflexão, análise e síntese dos estudantes. As atividades se restringiam à emissão de opiniões pessoais e a respostas copiadas dos textos de forma mecânica. Ou seja, quando se exigia a participação deles, era em forma de opinião; quando se tratava de conceitos e da linguagem científica, era na forma de cópia do texto apresentado. Desse modo, escrever um texto que exigia a interação entre a própria linguagem e a linguagem científica não foi uma tarefa fácil para eles.

Cumprir destacar que essa organização perpassa todas as disciplinas escolares. Além disso, não há um trabalho interdisciplinar, nem mesmo ele é previsto na organização dos currículos, ou seja, trata-se de um ensino fragmentado, no qual os conhecimentos são ensinados e as práticas realizadas de forma isoladas, o que resulta em um desenvolvimento empobrecido dos estudantes.

Com efeito, a busca por uma organização do ensino que privilegie momentos de reflexão, análise e síntese, implica que o professor conheça todos os elementos necessários para compor o processo de ensino e aprendizagem – o conteúdo, a forma de ensino e as características do sujeito da aprendizagem, bem como saber organizá-los com vistas ao desenvolvimento dos estudantes.

Em nossa análise, identificamos que na dinâmica das aulas, algumas oportunidades foram perdidas. A nossa formação, tanto na educação básica quanto em nível superior, foi embasada na lógica formal e no neopositivismo. Superar essa condição e avançar na realização de um experimento didático, em dois anos de pós-graduação, foi um desafio que nos colocou em uma profunda atividade reflexiva e nos fez avançar na direção da lógica-dialética e do fortalecimento da concepção de mundo materialista histórica e dialética.

Assim, analisamos os dados do experimento didático no limite de um trabalho isolado, parcial, realizado por uma disciplina. Nessa perspectiva, ainda que as produções dos grupos não tenham alcançado o objetivo que desejávamos, identificamos que os alunos se apropriaram dos conceitos estudados, tornando-os instrumentos simbólicos para a interação com alguns fenômenos da realidade objetiva.

Entendemos que a interlocução realizada com a linguagem científica não foi desencadeada somente pela leitura dos textos, mas também pela interação com os conceitos científicos que começou a ser desenvolvida na resolução das situações-problema.

Por meio da análise desses episódios, podemos observar que os alunos conseguiram elaborar uma generalização acerca da presença dos microrganismos nos alimentos, o que significa que uma solução ou um modo geral de ação foi encontrado e aplicado. Em alguns trechos, como: “[...] *temperaturas muito baixas os microrganismos não conseguem se reproduzir ficando estagnado. Na qual os números não aumentam controlando assim a atividade além de haver outros métodos de controlar a reprodução, como a adição de pH ácido [...]*”, identificamos que os grupos estabeleceram relações entre as várias técnicas de conservação dos alimentos e a tentativa de controle da reprodução dos microrganismos.

Além disso, alguns parágrafos, como “*As pessoas percebendo que alguns alimentos estragam mais rápido tentaram várias formas de evitá-los*”, demonstram

a internalização da necessidade histórica de produção desse conhecimento que no momento da busca pela solução foi transformada em necessidade individual, geradora do motivo para o estudo daquele conhecimento.

Com efeito, como nosso objetivo não era a transcrição textual e nem a memorização de definições, seguimos com a aplicação de uma avaliação individual na tentativa de verificar se os significados atribuídos pelo aluno correspondiam à conceituação científica.

Como apontado por Sforni e Galuch (2006), dificilmente teremos a certeza de que houve a apropriação dos conceitos por todos os alunos, como é a expectativa de um professor. Ainda assim, o movimento reflexivo e analítico do pensamento do estudante implica uma oscilação entre o velho e o novo conhecimento, o que, para Sforni (2004), é um indício de que o aluno está em atividade de aprendizagem e de desenvolvimento psíquico.

A avaliação do processo de ensino

Nossa intenção com esse experimento didático não era o ensino dos conteúdos das Ciências da Natureza em si e por si, mas a aplicação de tarefas de estudo que favorecessem o desenvolvimento de processos de reflexão, análise e síntese dos estudantes durante a apropriação dos conteúdos científicos e resultassem em uma visão mais ampla, profunda e consistente da realidade.

O fim esperado do processo de ensino dos conceitos é “*a apreensão do concreto pela mediação do abstrato*”. Dito de outra forma, é a internalização do conceito pelo indivíduo de forma que ele possa lidar com novas situações por meio de um modo geral de ação que supere os dados da percepção sensorial e que está vinculado a uma mesma base conceitual (SFORNI, 2015, p. 392).

Portanto, vimos na avaliação a possibilidade de identificar a apropriação ou não do procedimento geral de solução da tarefa e do conceito, observar no resultado das ações de estudo se elas correspondem ao objetivo final do ensino e identificar a capacidade do aluno para resolver outra tarefa de estudo com a aplicação do mesmo modo geral de ação (ROZA; DAMAZIO, 2017).

Seguindo esse propósito, a avaliação foi sistematizada com a elaboração de situações-problema a respeito do conceito de reprodução dos microrganismos em

outras formas e contextos. Para respondê-las, o aluno precisava transitar das situações particulares anteriores, por meio da aplicação do modo geral, para chegar à explicação dos diferentes fenômenos à luz dos conhecimentos científicos. Conforme Davidov (1988), é nesse movimento que se revela a elevação dos conceitos do patamar de particularidade para o da universalidade (DAVIDOV, 1988).

Nessa busca, elaboramos duas situações-problema. A primeira foi a seguinte:

1. De todos os organismos vivos, os microrganismos são o grupo que possui a maior capacidade de viver nos mais variados ambientes. Esses minúsculos seres vivos possuem uma característica muito distinta dos outros organismos. Na tentativa de controlar essa característica, o homem desenvolveu técnicas de conservação de alimentos que apesar de na aparência serem tão diferentes possuem uma coisa em comum. O que há de comum em todas as técnicas? Por que tanto o calor (altas temperaturas) quanto congelar, que é o oposto, são processos que funcionam?

Alguns dos episódios que identificamos como capazes de representar as respostas de todos os estudantes, exceto de Sá, foram os seguintes:

Lê: *A característica é deles terem uma reprodução muito rápida. A coisa em comum de todas as técnicas é que todas evitam a reprodução dos microrganismos, fazendo com que o alimento conserve por mais tempo.*

O calor mata os microrganismos, dependendo que, mais alta a temperatura, mais tipos de microrganismos morrem. Já o frio deixa os microrganismos ficam em estado de dormência, isto é, não se reproduzem. Se esquentarmos o alimento e depois resfria-lo, os microrganismos sofrem um choque térmico e morrem.

O estudante **Li** fez o modo de geral de ação na folha de prova e na sequência deu a seguinte resposta: *Elas tentam controlar a reprodução, porque á vários microrganismos que vivem em diferentes temperaturas então fervendo o alimento mata os microrganismos que não esta adaptado a essa temperatura e congelamento adormece que faz ele não se reproduzir.*

Ga: *Uma coisa que há em comum em todas as técnicas é que todas procuraram controlar a reprodução dos microrganismos. Pois o ferver serve para matar os microrganismos e depois congelar para deixa-los inibidos.*

Vi: *Todas tem um mesmo objetivo: matar (ou adomecer) os microrganismos, impedir a reprodução deles, para a conservação dos alimentos. Funcionam pelo motivo dos microrganismos sobreviverem e/ou se reproduzirem em temperaturas ambientes, em temperaturas muito altas (calor) eles morrem (a maioria) e em temperaturas muito baixas (frio) eles ficam “adormecidos”, “paralisados”, e não se reproduzem, tanto no calor, tanto do frio.*

Sá: Os seres vivos possuem uma característica muito distinta dos outros organismos de controlar essa característica o homem desenvolveu conservação de alimentos e por quê tanto o calor i ferver o alimento quanto congelar,

A segunda situação-problema foi:

2. A Amazônia é uma enorme floresta equatorial localizada na América do Sul com clima quente e úmido. Apesar da exuberância apresentada pela floresta, os solos nos quais está fixada é pobre. No entanto, sob esse solo pobre encontra-se uma restrita camada de matéria-orgânica, conhecida como húmus. É uma camada muito fértil e oriunda da própria floresta, na qual seres vivos, como as bactérias e os fungos, reciclam os nutrientes dispostos no ambiente. Pensando nas condições ambientais da Floresta Amazônica, quais seriam os fatores que possibilitam a vida e a reprodução dos microrganismos nesse local? Por quê?

Dê: Umidade, nutrientes e temperatura. Eles gostam do ambiente úmido, pois possui um pouco de água.

Eles precisam de nutrientes para a reprodução, crescer em número e não em tamanho.

E a temperatura tem que ser ambiente pois é uma das adequadas para a reprodução.

Li: Os principais fatores é porque nessa camada de matéria – orgânica á muitos nutrientes e água que faz eles se reproduzirem e sobreviverem, porque os microrganismos precisam de água e nutrientes sem isso eles não conseguem se reproduzir.

Lê: A agua de lagos e rios, o húmus, animais mortos, frutos de arvores caídos no chão, também a umidade do ar e etc. Porque são alimentos que tem nutrientes e agua no qual eles precisão para sobreviver.

Bel: Porque não pega muito sol no solo, é úmido, podre, e é ali que os microrganismos se reproduzem, e também não é muito frio.

Sá: floresta os organismos como as bactérias e os fungos reciclam os nutrientes despostos no ambiente nas condições da floresta Amazônica quais seriam os fatores que possibilitam a vida e a reprodução.

A análise das repostas revelou que os estudantes conseguiram chegar à generalização. Porém, isso não significa que todos chegaram ao mesmo nível de pensamento e nem que desenvolveram o máximo das potencialidades que podem ser alcançadas com a apropriação desse conhecimento científico. Algumas respostas foram mais explicativas e detalhadas, como as que apresentamos, enquanto outras mais sintéticas e restritas, como é o caso de “Altas temperaturas matam os microrganismos e baixas deixam eles dormentes” (Lea) e de “Porque lá

tem água e nutrientes” (Gu). O traço comum em todas elas, exceto na avaliação de Sá, foi a identificação da aplicação do modo geral de ação.

Sá foi um estudante muito ausente durante a realização do experimento. Ele esteve presente em menos da metade das aulas e, quando estava em grupo, não interagiu com seus pares, algumas vezes não levava o material de estudo e não demonstrava nenhuma interação com os conteúdos.

Essa falta de organização do material escolar foi um grande empecilho para o encaminhamento das aulas. Muitas vezes os estudantes esqueciam o caderno, perdiam as tarefas e os textos que estávamos estudando. Isso evidencia a necessidade de uma maior exigência e responsabilidade nas tarefas de estudo, caso contrário, conforme afirma Elkonin (1960), a independência do adolescente pode conduzir à formação de aspectos negativos da personalidade, como a inconstância, a desorganização, a falta de responsabilidade, a falta de disciplina, etc.

Não obstante, percebemos no decorrer do experimento uma mudança na forma de os estudantes resolverem as situações-problema. Inicialmente, tentavam resolvê-las como quem resolve um problema prático, com os conhecimentos que tinham adquirido em suas experiências cotidianas. Porém, a necessidade de superação dos conhecimentos empíricos que não conduziam à formulação de uma resposta gerava uma contradição que provocava a busca pela apropriação dos conceitos científicos.

As falas e os registros que conseguimos perceber e analisar oferecem indícios de que os estudantes conseguiram aplicar o conceito nuclear, a reprodução dos microrganismos, e relacionar os outros conceitos que permitem ou não que a reprodução aconteça. Ou seja, acreditamos que os estudantes conseguiram generalizar e, assim, ampliar e aprofundar sua concepção acerca dos microrganismos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escolha de nosso objeto de investigação deveu-se ao esvaziamento dos conteúdos científicos na educação escolar e ao baixo desempenho dos estudantes observado durante nossa atuação como professora de Ciências da Natureza e comprovado no resultado apresentado pelo exame PISA. Tal problemática nos levou à necessidade de identificar os pressupostos que estão orientando a educação escolar nas últimas décadas.

Uma análise da Proposta Curricular do Estado de São Paulo para o ensino de Ciências da Natureza, da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) revelou o vínculo entre esses documentos norteadores da educação escolar com o Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI – conhecido como Relatório Jacques Delors. Oriundas de organismos internacionais, as orientações gerais para a educação chegam às salas de aulas brasileiras, influenciando diretamente os conteúdos e as metodologias de ensino.

Concluimos dessa parte da análise que se trata de uma política educacional marcadamente neoliberal e, por essa razão, a perspectiva de formação escolar está voltada para o desenvolvimento de competências e habilidades que atendam às necessidades do mercado de trabalho, seja em termos de qualificação profissional seja em termos da internalização de valores e atitudes necessários à coesão social, como a solidariedade, a cooperação e o respeito às diferenças. Ou seja, sua finalidade é a manutenção da ordem capitalista e do *status quo*.

As orientações curriculares priorizam o conhecimento empírico. Assim, na formação do pensamento empírico que lhe é correspondente, apresenta-se a lógica formal como um caminho para a investigação dos fenômenos, que são abordados por sua aparência externa por meio da comparação, da separação e da descrição. Entendemos que, ao assumir esse tipo de percurso para ensinar os conceitos, reduz-se a possibilidade de desenvolvimento de uma forma de pensar e ver o mundo teoricamente. Quando o indivíduo não se apropria dos instrumentos culturais que possibilitam o desenvolvimento do seu psiquismo, de sua visão de mundo, não supera as práticas de senso comum.

Entendemos, portanto, que a formação do indivíduo como um ser representativo do gênero humano exige seu desenvolvimento psíquico, o que envolve a superação do pensamento prático e sensorial por meio da internalização dos instrumentos culturais e científicos produzidos pela humanidade. Esses instrumentos colocam em movimento o desenvolvimento das funções psíquicas superiores e da capacidade de pensar abstratamente, resultando em uma visão dos fenômenos e objetos da realidade mais coerente, profunda e complexa. Ou seja, resulta em uma concepção de mundo para si.

Buscamos, ao longo da pesquisa, as contribuições da psicologia histórico-cultural para identificar ações didáticas que nos auxiliassem a desempenhar nossa função como pesquisadora e professora, já que nossa inquietação tem sido: como o ensino de Ciências da Natureza pode contribuir para o desenvolvimento do psiquismo e de uma concepção de mundo para si dos indivíduos?

Estudando o processo de desenvolvimento do psiquismo, compreendemos que a formação de um pensamento teórico requer que o estudante se coloque em atividade com o conceito para poder ultrapassar os limites da percepção sensorial e alcançar a essência dos fenômenos. Esse caminho demanda a realização de processos mentais de reflexão, de análise e de síntese.

Por entender que a escola é o lugar privilegiado para a aprendizagem de conhecimentos aos quais as pessoas não têm acesso no cotidiano – as objetivações genéricas para si, representadas pelas produções artísticas, filosóficas e científicas da humanidade, defendemos que o ensino seja organizado de forma a garantir a apropriação desses conhecimentos, uma vez que isso é condição para que o estudante atinja níveis teóricos de compreensão da realidade.

Nessa perspectiva, não basta a transmissão do conteúdo científico. É preciso ir muito além. O ensino dos conceitos científicos demanda relações diferenciadas, organizadas e dirigidas para que os conhecimentos produzidos e acumulados pela humanidade possam ser internalizados e tornados instrumentos do pensamento dos estudantes.

Para tanto, organizamos um experimento didático que nos colocou em uma profunda atividade reflexiva sobre a relação entre a teoria e a prática. Embora o ensino dos conceitos científicos e a atuação do professor de forma intencional e

sistematizada já fossem pressupostos por nós adotados, somente durante a realização desta pesquisa ganhou contornos mais claros.

Assim, à luz dos conhecimentos da teoria histórico-cultural, buscamos organizar uma ação pedagógica que pudesse conduzir o pensamento do estudante a formas menos empíricas e mais teóricas de ver e compreender os fenômenos da realidade.

Por meio de pesquisa bibliográfica e documental e da realização do experimento didático, conseguimos encontrar alguns princípios didáticos que se mostraram favoráveis para que os estudantes realizassem processos de reflexão, análise e síntese durante o estudo dos conceitos científicos. Isso é condição, conforme Davidov (1988), para a formação de um pensamento teórico. Esses princípios são: *uso de situações-problema, discussões em grupo, elaboração de um modo geral de ação e leitura dialogada de textos científicos.*

Nos episódios de ensino, reproduzidos e analisados, conseguimos observar o movimento do pensamento dos estudantes, desencadeado pela aplicação de situações-problema. Sua resolução exigiu dos estudantes o trânsito do pensamento entre o conceito espontâneo e o científico, desencadeando ações mentais direcionadas à apropriação do conceito objeto de estudo.

Não obstante, salientamos a necessidade de que a situação traga a essência do conceito em pauta e que a resolução do problema conduza o pensamento dos estudantes ao conceito nuclear que presidiu à organização do ensino.

Além disso, considerando a defesa de Leontiev (2004) de que a apropriação de um conceito requer a reprodução da atividade humana que lhe deu origem, organizamos as situações-problema com base em aspectos semelhantes aos vividos pelos homens enquanto elaboravam determinados conhecimentos. Observamos que, ao tentar responder a uma situação concreta, os estudantes tomavam consciência dos limites dos seus conhecimentos para resolver aquele problema, o que gerava a formação de interesses e de motivos para o estudo.

Ainda, conforme Leontiev (2004), para que ocorra aprendizagem o estudante deve compreender o “porque” é necessário estudar aquele conteúdo, fato que exige do professor o trabalho de fornecer o motivo e o sentido que a educação escolar assume na vida do estudante.

Por essas razões, Moretti e Moura (2011) defendem a utilização de situações-problema como desencadeadoras do processo de aprendizagem e, portanto, como um dos elementos fundamentais no planejamento da atividade de ensino.

As discussões ocasionadas na tentativa de solução das situações-problema, tanto as realizadas coletivamente, nos grupos, quanto no diálogo com o professor, criam uma situação interna que favorece a tomada de consciência das próprias ações mentais, tornando possível a reorganização do pensamento do estudante.

Portanto, o diálogo entre os pares e com o professor é outro ponto que destacamos nestas considerações finais. Por meio dos diálogos, pudemos acompanhar o nível do pensamento dos estudantes sobre os conceitos, pudemos fazer intervenções para direcionar sua atenção para os traços essenciais dos conceitos e para a resolução do problema, o que resultou na aprendizagem de novos conhecimentos e de uma forma de pensar teoricamente.

O desenvolvimento do pensamento teórico implica, conforme Davidov (1988), a apropriação de um princípio geral explicativo que envolva diferentes fenômenos da realidade em um mesmo sistema.

Por isso, desenvolvemos em nosso experimento didático um modelo gráfico para representar o sistema de ligações entre os conceitos que se relacionavam ao conceito de reprodução de microrganismos. Acreditamos que a elaboração de um modelo nos auxiliou a dirigir a atenção do estudante para a identificação e a memorização, não mecânica, mas de forma compreensível, do que era nuclear naquele conteúdo trabalhado.

Além disso, percebemos que a utilização de uma forma que sintetiza as relações conceituais facilitou a compreensão da estrutura geral do sistema de conceitos. Observamos que alguns estudantes recorriam ao modelo, como um instrumento mnêmico, para tentar solucionar as questões que apresentávamos.

Por fim, a leitura dialogada dos textos é uma ação didática que merece destaque. Conforme Vygotski (2001), graças particularmente à escrita e à gramática, a criança pode tomar consciência de suas ações e operar voluntariamente com suas próprias habilidades e, deixando o plano inconsciente e automático, tornar-se arbitrária, intencional e consciente.

Com efeito, o acesso à linguagem escrita é condição para que os estudantes possam aprender os conteúdos de todas as áreas do conhecimento. Contudo, os baixos índices dos estudantes brasileiros nas avaliações de língua portuguesa revelam que a escola não tem conseguido desenvolver nos alunos as capacidades fundamentais de ler e interpretar textos (GALUCH; SFORNI, 2009) dificuldade que se soma à complexidade própria de textos com linguagens científicas.

Acreditamos que nossa intervenção no sentido de promover uma leitura coletiva e colaborativa foi fundamental para que os estudantes dirigissem a atenção para as palavras que expressavam os conceitos estudados.

Consideramos que intervir durante a leitura dos textos, fazendo perguntas na tentativa de identificação dos possíveis conceitos, foi fundamental para que os estudantes conseguissem compreender o conceito de reprodução dos microrganismos dentro de um sistema de conceitos. Essa percepção não é formada se a atenção dos estudantes for dirigida para o estudo de conceitos isolados e não para a lógica de um sistema conceitual.

Não podemos afirmar que houve a apropriação dos conceitos exatamente como é a expectativa da educação escolar, mas sabemos que a inserção do estudante em um movimento de reflexão, mesmo que ainda oscilando entre o velho e o novo conhecimento, pode ser considerada um indício de que ele está em atividade de aprendizagem e, portanto, de desenvolvimento psíquico.

O que podemos de fato concluir é que o nosso trabalho abriu caminhos para novas formas de ver e pensar a presença dos microrganismos na vida da humanidade. Existem inúmeras perguntas que ainda carecem de respostas, como por exemplo: Por que os seres humanos ainda adoecem com doenças oriundas de microrganismos? Como impedir a proliferação de bactérias e de doenças? O conhecimento da ciência sobre os microrganismos está a serviço de quem?

Sabemos que o desenvolvimento de um pensamento teórico requer um longo caminho de aprendizagem e que nem todos os indivíduos se desenvolvem ao mesmo tempo e da mesma forma. Isso vale também para a formação de uma concepção de mundo para si.

Porém, os princípios didáticos aplicados na pesquisa nos auxiliaram a avançar na direção de um ensino de Ciências da Natureza que seja promotor de desenvolvimento psíquico e de uma concepção de mundo para si dos indivíduos

aqui tão defendida pelo fato de que por ela, o indivíduo torna-se capaz de identificar e avaliar as produções humanas e, em alguns momentos, rechaçá-las, pelo entendimento que representam exploração, dominação e oposição à liberdade e à universalidade da vida humana.

Finalmente, entendemos que a escola, mesmo como instituição subordinada à lógica capitalista, pode fazer com que os conhecimentos científicos, artísticos e filosóficos, em suas formas evoluídas, se tornem instrumentos mentais dos indivíduos. Para que isso aconteça, torna-se necessário que as tarefas de estudo se constituam como atividades significativas, com sentido para os estudantes, e orientadas para a mobilização de processos reflexivos, analíticos e sintéticos.

Concluimos que, com efeito, um trabalho pedagógico coletivo, interdisciplinar, organizado para a apropriação dos conteúdos escolares das Ciências da Natureza (Química, Física e Biologia), História, Geografia, Artes, Educação Física, Língua Portuguesa, Matemática, Filosofia e Sociologia como instrumentos mentais dos indivíduos é condição para a superação dos limites da vida cotidiana rumo ao desenvolvimento da capacidade de pensar e ver criticamente o mundo e os problemas postos na realidade social.

Assim, cada disciplina escolar tem uma contribuição a dar para com a democratização do país, do atendimento as necessidades e interesses da classe trabalhadora, da transformação estrutural da sociedade. Essa contribuição será mais efetiva quanto mais eficaz for o trabalho do professor em compreender e fazer seus estudantes perceber os vínculos entre a prática em sala de aula, o ensino dos conteúdos e as finalidades sociais mais amplas que podem ser alcançadas com a sua apropriação.

Para tanto, não podemos nos esquecer que a humanização dos estudantes demanda a humanização do professor (LEAL, 2016). Nesse sentido, além do embasamento teórico que buscamos para esta pesquisa, no experimento didático, na atividade de professora/pesquisadora, sentimos a necessidade de refletir sobre o nosso próprio processo de formação. Realizamos, conforme apontam Sforzi e Viera (2008) um movimento de desconstrução de visões idealizadas, de conhecimentos cristalizados e de busca por novas elaborações para uma melhor atuação em sala de aula. Ou seja, buscamos e criamos ações didáticas mais adequadas aos nossos objetivos e, nesse movimento, também nos desenvolvemos.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, A. A.; MARTINS, L. M. A produção do conhecimento científico: relação sujeito-objeto e desenvolvimento do pensamento. **Interface**, Botucatu, v. 11, n. 22, p. 313-325, 2007. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-32832007000200010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 01 de jul. 2017.
- AQUINO, O. F. L. V. Zankov: aproximações à sua vida e obra. In: LONGAREZI, A. M.; PUENTES, R. V. (Org.) **Ensino desenvolvimental: vida, pensamento e obra dos principais representantes russos**. Uberlândia: EDUFU, 2013, p.233-261.
- ANJOS, R. E. dos. **O desenvolvimento psíquico na idade de transição e a formação da individualidade para-si**: aportes teóricos para a educação escolar de adolescentes. 2013, 167f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Araraquara, 2013.
- ANJOS, R. E. dos. A educação escolar de adolescentes e o conceito de condução da vida. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, v. 15, n. 63, p. 109-121, 2015. Disponível em:<<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8641174>>. Acesso em: 01 de jul. 2017.
- ANJOS, R. E. dos. **O desenvolvimento da personalidade na adolescência e a educação escolar**: aportes teóricos da psicologia histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica. 2017, 197f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Araraquara, 2017.
- ANJOS, R. E. dos; DUARTE, N. A adolescência inicial: Comunicação íntima pessoal, atividade de estudo e formação de conceitos. In: MARTINS, L. M.; ABRANTES, A. A.; FACCI, M. G. D. (Org.) **Periodização histórico-cultural do desenvolvimento psíquico**: do nascimento à velhice. Campina, SP: Autores Associados, 2016, p. 196-219.
- ARAUJO, E. S.; MORAES, S. P. G. de. Dos princípios da pesquisa em educação como atividade. In: MOURA (org). **Educação escolar e pesquisa na teoria histórico-cultural**, SP: Edições Loyola, 2017.
- BELIERI, C. M. **Aprendizagem de conceitos filosóficos no ensino médio**. 2012, 162f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá, 2012.
- BELIERI, C. M; SFORNI, M. S. de F. Ações docentes no ensino de Filosofia no Ensino Médio. **Quaestio**, Sorocaba, SP, v. 19, n. 3, p. 689-710, dez. 2017. Disponível em: <

<http://periodicos.uniso.br/ojs/index.php/quaestio/article/view/2998/2780>>. Acesso em: 05 jul. 2018.

BRASIL. Apesar de gostar de ciências, estudante vai mal no Pisa. **Ministério da Educação**, Brasília. 2016. Disponível em:

<<http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/33571>>. Acesso em: 12 fev. 2018.

CARVALHO, A. M. P. de et al. A História da Ciência, a psicogênese e a resolução de problemas na construção do conhecimento em sala de aula. **Revista da Faculdade de Educação**, São Paulo, v.19, n.2, p.245-256, 1993. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rfe/article/view/33529/36267>>. Acesso em: 05 jul. 2018.

CARVALHO, A. M. P. de et al. **Ciências no ensino fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione. Pensamento e ação no magistério. 1998.

CORIAT, B. Automação programável: novas formas e conceitos de organização da produção. In: SCHIMTZ, H.; CARVALHO, R. de Q. (org.). **Automação, competitividade e trabalho**: a experiência internacional. São Paulo: Hucitec, 1988. p.13-61.

CORIAT, B. O taylorismo e a expropriação do saber operário. In: PIMENTEL, Duarte et al (Org.). **Sociologia do trabalho: organização do trabalho industrial**. Lisboa: A regra do jogo, 1985. p. 79-107.

COUTEUR, P. L.; BURRESON, J. **Os botões de Napoleão**. As 17 moléculas que mudaram a história. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

DAVÍDOV, V. **La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico**: investigación psicológica teórica y experimental. Tradução do russo por Marta Shuare. Moscou: Editorial Progreso, 1988.

DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir**. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. São Paulo: Cortez, 1998. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ue000009.pdf>>. Acesso em: 01 de jul. 2017.

DUARTE, N. D. A anatomia do homem é a chave da anatomia do macaco: A dialética em Vigotski e em Marx e a questão do saber objetivo na educação escolar. **Educação & Sociedade**, ano XXI, nº 71, p. 79-115, jul. 2000.

DUARTE, N. D. Formação do indivíduo, consciência e alienação: o ser humano na psicologia de A. N. Leontiev. **Cad. Cedes**, Campinas, vol. 24, n. 62, p. 44-63, 2004.

DUARTE, N. D. **Sociedade do Conhecimento ou Sociedade das ilusões?**: quatro ensaios críticos-dialéticos em filosofia da educação. 1. ed. Campinas (SP): Autores Associados, 2008.

DUARTE, N. D. **Vigotski e o “aprender a aprender”**: críticas às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vigotskiana. 5. ed. ver. Campinas: Autores Associados, 2011.

DUARTE, N. D. **A individualidade para si**: contribuição a uma teoria histórico-social da formação do indivíduo. 3. ed. rev. Campinas: Autores Associados, 2013.

DUARTE, N. D. A importância da concepção de mundo para a educação escolar: porque a pedagogia histórico-crítica não endossa o silêncio de Wittgenstein.

Germinal: Marxismo e Educação em Debate, Salvador, v. 7, n. 1, p. 8-25, jan. 2015. Disponível em:

<<https://portalseer.ufba.br/index.php/revistagerminal/article/view/12808>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

DUARTE, N. D. **Os conteúdos escolares e a ressurreição dos mortos**: contribuições à teoria histórico-crítica do currículo. Campinas: Autores Associados, 2016.

ELKONIN, D. B. Desarrollo psíquico de los niños. In: SMIRNOV, A. A. et al. **Psicología. México**: Grijalbo, 1960. p. 493-559.

ELKONIN, D. B. **Psicologia do Jogo**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1998.

FRIGOTTO, G. **Educação e Crise do Trabalho**. Rio de Janeiro: Vozes, 1998.

FRIGOTTO, G. **Educação e Crise do Capitalismo Real**. São Paulo: Cortez, 2003.

GALUCH, T. B. **Da vinculação entre ciência e ensino de ciências**: contribuições para a formação docente. Maringá: EDUEM, 2013.

GALUCH, M. T. B.; SFORNI, M. S. de F. Apropriação de instrumentos simbólicos: implicações para o desenvolvimento humano. In: **Educação, Porto Alegre**, v.32, n.1, p.79- 83, jan./abr. 2009. Disponível em:

<<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faced/article/viewFile/5140/3776>>. Acesso em: 01 de Nov 2018.

GALUCH, M. T. B.; SFORNI, M. S. de F. Interfaces entre políticas educacionais, prática pedagógica e formação humana. **Práxis Educativa**, p. 55-66, 2011.

Disponível em:

<<http://www.revistas2.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/1862/1999>>. Acesso em: 01 de fev. 2017.

GERALDO, A. C. H. **Didática de Ciências Naturais na perspectiva histórico-crítica**. Campinas (SP): Autores Associados, 2009.

GONÇALVES, P. M. M. **Os Microrganismos no 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico**: Abordagem Curricular, Conceções Alternativas e Propostas de Atividades

Experimentais. 2012. 461f. Tese (Doutorado) - Universidade do Minho, Braga, 2012.

GRAMSCI, A. **Os intelectuais e a organização da cultura**. Trad. Carlos Nelson Coutinho. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2ª ed. 1978.

HARVEY, D. Do fordismo à acumulação flexível. In: _____. **Condição pós-moderna**. São Paulo: Loyola, 2003. p. 135-162.

HEDEGAARD, M. A zona de desenvolvimento proximal com base para a instrução. In: HARRY, D. (Org.). **Uma introdução a Vygotsky**. São Paulo: Edições Loyola, 2002, p. 198-227.

HELLER, A. **Sociología de la vida cotidiana**. Barcelona: Ediciones Península, 1991.

HELLER, A. Estrutura da vida cotidiana. In: _____. **O cotidiano e a história**. 7. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2004. p. 41.

LIENKOV. La ascensión de lo abstracto a lo Concreto en principios de la Lógica dialéctica. In: JIMÉNEZ, A. T. **Metodología I: Teoría de la construcción del objeto de estudio**. México: D.R. ©, 2006, p. 151-200.

INEP. **Censo Escolar 2017**: Notas Estatísticas. Brasília, Distrito Federal, 2018.

KOPNIN, P. V. **A dialética como teoria do conhecimento**. Trad. Paulo Bezzerra. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

KOSTIUK, G. S. Alguns aspectos da relação recíproca entre educação e desenvolvimento da personalidade. IN: LEONTIEV, A. et al. **Psicologia e Pedagogia: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento**. Tradução de Rubens Eduardo Frias, São Paulo: Centauro, 2005, p. 19-36.

LAZARETTI, M. L. A brincadeira de papéis sociais e o ensino sistematizado. In: MARTINS, L. M.; ABRANTES, A. A.; FACCI, M. G. D. (Org). **Periodização histórico-cultural do desenvolvimento psíquico: do nascimento à velhice**. Campina, SP: Autores Associados, 2016, p. 129-147.

LEAL, Z. F. de R. G. **Adolescência, Educação Escolar e constituição da consciência**: um estudo sob a perspectiva da psicologia histórico-cultural. Maringá: Eduem, 2016.

LEONTIEV, A. **O desenvolvimento do psiquismo**. São Paulo: Centauro, 2004.

LEONTIEV, A. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In: VIGOTSKI, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 11. ed. São Paulo: Ícone, 2011, p. 59-83.

LEONTIEV, A. As necessidades e os motivos da atividade. In: LONGAREZI, A. M.; PUENTES, R. V. **Ensino desenvolvimental antologia: livro I**. Uberlândia: EDUFU, 2017, p.39-56.

LIBÂNEO, J. C. Políticas educacionais no Brasil: desfiguramento da escola e do conhecimento escolar. **Cadernos de Pesquisa**, v. 46, n. 159, p. 38-62, 2016. Disponível em: <<http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/cp/article/view/3572/pdf.4>>. Acesso em: 02 de set. 2017.

LIPOVETSKY, G.; SERROY, J. **A cultura-mundo**: resposta a uma sociedade desorientada. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

LUCKÁCS. G. **Estética**: la peculiaridade de lo estético. v. 1. Barcelona: Grijalbo, 1996.

LUNARDINI, G. **Sachet d'Épices**. 22 de março de 2017. Disponível em: <<https://chefguidolunardini.blogspot.com/#!/>>. Acesso em: 06 de ago 2017.

LURIA, A. R. **Curso de psicologia geral v. 1**: introdução evolucionista à psicologia. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979.

MARCUSE, H. As novas formas de controle. In: _____. **A ideologia da sociedade industrial**. Rio de Janeiro: Zahar, 1967, p. 23-37.

MARCUSE, H. **A ideologia da sociedade industrial**. 5. ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1979.

MARTINS, L. M. **O desenvolvimento do psiquismo e a educação escolar**: contribuições à luz da psicologia histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica. 2011, 250f. Tese (Livre-docência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Bauru, 2011.

MARTINS, L. M. Contribuições da psicologia histórico-cultural para a pedagogia histórico-crítica. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, SP, v. 13, n. 52, p. 286-300, set. 2013a. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8640243>>. Acesso em: 02 de set. 2017.

MARTINS, L. M. Os fundamentos psicológicos da pedagogia histórico-crítica e os fundamentos pedagógicos da psicologia histórico-cultural. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, Salvador, v. 5, n. 2, p. 130-143, dez. 2013b. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/revistagerminal/article/view/9705>>. Acesso: jul. 2017.

MARTINS, L. M. **A formação social da personalidade do professor**: um enfoque vigotskiano. Campinas, SP: Autores Associados, 2015. (Coleção formação de professores).

MARTINS, L. M.; EIDT, N. M. Trabalho e atividade: categorias de análise na psicologia histórico-cultural do desenvolvimento. **Psicologia em Estudo**, v.15, n.4, p. 675-683, 2010. Disponível em: <https://social.stoa.usp.br/articles/0016/4967/trabalho_e_atividade.pdf>. Acesso em: 02 de set. 2017.

MARX, K. **Manuscritos econômico-filosóficos e outros textos escolhidos**. (Coleção Os pensadores). São Paulo: Abril Cultural, 1978.

MARX, K. Divisão do trabalho e manufatura. In: _____. **O capital**. São Paulo: Bertrand Brasil, 1989, Livro I, Vol. I, cap. XII. p. 386-422.

MARX, K. A maquinaria e a indústria moderna. In: _____. **O capital**. São Paulo: Difel, 1984, Livro I, Vol. I. Cap. XIII. p. 423-579.

MARX, K.; ENGELS, F. Sistema de ensino e divisão do trabalho. In: _____. **Textos sobre educação e ensino**. São Paulo: Moraes, 1992, p. 15-26.

MATOS, J. A. de M. G. Pasteur: Ciência para ajudar a vida. **Química nova na escola**, nº 6, nov., 1997. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc06/historia.pdf>>. Acesso em: 01 de Jul. 2018.

MEDEIROS, D. H. de; SFORNI, M. S. de. F. **(Im)possibilidades da organização do ensino**: desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes. 1. ed. Curitiba: Appris, 2016.

MOURA, M. O. Pesquisa colaborativa: um foco na ação formadora. In: Barbosa, Raquel Lazzari Leite (org). **Trajetórias e perspectivas da formação de educadores**. São Paulo: Editora Unesp, 2004, p. 257-284.

MOURA, M. O.; SFORNI, M. S. de F.; ARAÚJO, E. S. Objetivação e apropriação de conhecimentos na atividade orientadora de ensino. **Rev. Teoria e Prática da Educação**, v. 14, n. 1, p. 39-50, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/TeorPratEduc/article/view/15674>>. Acesso em: 02 nov. 2017.

MORAES, M. C. M. de M. Recuo da teoria: dilemas da pesquisa em educação. **Revista Portuguesa de Educação**, Braga, v. 14, n. 1, p. 7-25, 2001. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37414102>>. Acesso em: 01 jul. 2018.

MORETTI, V. D.; MOURA, M. O. de. Professores de matemática em atividade de ensino: contribuições da perspectiva histórico-cultural para a formação docente. **Ciênc. educ.**, Bauru, v. 17, n. 2, p. 435-450, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132011000200012&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 18 nov. 2019.

NASCIMENTO, F. do; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. de. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, SP, v. 10, n. 39, p. 225-249, set. 2010. Disponível

em:<<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8639728>>. Acesso em: 13 jul. 2018.

OCDE. **PISA 2015: Resultados Clave**. 2016.

OLIVEIRA, N. F. de; AZEVEDO, T. de. M.; NETO, L. S. Concepções alternativas sobre microrganismos: alerta para a necessidade de melhoria no processo ensino-aprendizagem de biologia. **Rev. Brasileira de Ensino Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 9, n. 1, p. 260-276, jan./abr. 2016.

Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2031>>. Acesso em: 01 de jul. 2018.

PALANGANA, I. C.; GALUCH, M. T. B.; SFORNI, M. S. de F. Acerca da relação entre ensino, aprendizagem e desenvolvimento. **Revista Portuguesa de Educação**, Portugal: Universidade do Minho, v. 15, n.1, p. 111-128, 2002.

Disponível em: < <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37415106>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

PASQUALINI, J. C. Periodização do desenvolvimento psíquico à luz da escola de Vigotski: a teoria histórica - cultural do desenvolvimento infantil e suas implicações pedagógicas. In: MARSIGLIA, A. C. G. **Infância e pedagogia histórico - crítica**. Campinas, SP: Autores Associados, 2013. p. 70-99.

PASQUALINI, J. C. A teoria histórico-cultural da periodização do desenvolvimento psíquico como expressão do método materialista dialético. In: MARTINS, L. M.; ABRANTES, A. A.; FACCI, M. G. D. (Org). **Periodização histórico-cultural do desenvolvimento psíquico**: do nascimento à velhice. Campina, SP: Autores Associados, 2016, p. 35-61.

PELCZAR, M.; REID, R.; CHAN, E.C.S. **Microbiologia**. Tradução: Sueli Fumie Yamada, Tania Ueda Nakamura, Benedito Prado Dias. São Paulo: Pearson : Makron Books, 2005.

PINTO, A. A.; FERREIRA, J. C. D.; RABONI, P. C. A. Ensino de Ciências, leitura e Literatura. In: LIMA, J. M de; SILVA, J. D. da; RABONI, P. C. de A. (orgs.) **Pesquisa em Educação Escolar**: percursos e perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 2010. v. 1, p. 257-273.

RABONI, P. C. A. **Atividades práticas de ciências naturais na formação de professores para as séries iniciais**. 2002, 166f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, UNICAMP, 2002.

ROSA, J. M. **A apropriação dos princípios fundamentais da teoria da evolução e os alcances na concepção de mundo**. 2018, 256f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Araraquara, 2018.

RUBINSTEIN, S. L. **Princípios de Psicologia Geral**. Vol. VI. Lisboa: Editorial Estampa, 1973.

RUBTSOV, V. A atividade de aprendizado e os problemas referentes à formação do pensamento teórico dos escolares. In: GARNIER, C., BEDNARZ, N. e LANOVSKAYA, I. **Após Vygotsky y Piaget**. Porto Alegre, Artes Médicas, 1996. SANTOS, D. M. et al. A influência do positivismo nas atividades experimentais no ensino de química. In: **EDUCERE**: XII Congresso Nacional de Educação. Paraná, p. 38823-38835, 2015, Disponível em: <http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/17319_7621.pdf>. Acesso em: 02 Nov. 2018.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias**. São Paulo, 2012. 152 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Matriz de avaliação processual: ciências da natureza; encarte do professor / Secretaria da Educação; coordenação, Ghisleine Trigo Silveira, Regina Aparecida Resek Santiago; elaboração, equipe curricular de Ciências**. São Paulo: SE, 2016. 32 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Material de apoio ao currículo do Estado de São Paulo: caderno do professor; ciências, ensino fundamental – anos finais, 6ª série/7º ano**. São Paulo: SE, 2014, v. 1, 80 p.

SAVIANI, D. **A nova lei da educação: trajetória, limites e perspectivas**. São Paulo: Autores Associados, 1997.

SAVIANI, D. **Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política**. 38. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.

SAVIANI, D. **Educação: do senso comum à consciência filosófica**. São Paulo: Cortez Editora: Autores Associados, 1982.

SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. 38. ed. Campinas: Autores Associados, 2006.

SAVIANI, D. **História das ideias pedagógicas no Brasil**. Campinas: Autores Associados, 2014.

SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico – Crítica: primeiras aproximações**. 11. ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2013.

SAVIANI, D. Trabalho e educação: fundamentos ontológicos e históricos. **Revista Brasileira de Educação**. v. 12, n. 34. jan/abr. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v12n34/a12v1234.pdf>>. Acesso em: 02 de set. 2017.

SFORNI, M. S. de F. **Aprendizagem conceitual e organização do ensino: contribuições da Teoria da Atividade**. Araraquara: JM Editora, 2004.

SFORNI, M. S. de F. Aprendizagem e Desenvolvimento: o papel da mediação. In: CAPELLINI, V. L. F.; MANZONI, R. M. **Políticas públicas, práticas pedagógicas**

e ensino-aprendizagem: diferentes olhares sobre o processo educacional. 1.ed. UNESP. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2008.

SFORNI, M. S. de F.; VIEIRA, R. de A. Ensinar e aprender: o acadêmico em atividade docente. **Educação**, Porto Alegre, v. 31, n 3, p. 239-244, 2008.

Disponível em:

<http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/cursoobjetosaprendizagem/sforn_mediacao.pdf>. Acesso em: 25 de Maio 2019.

SFORNI, M. S. de F. Interação entre Didática e Teoria Histórico-Cultural.

Educação & Realidade, Porto Alegre, v. 40, n. 2, p. 375-397, 2015. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S217562362015000200375&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 02 jul. 2017.

SFORNI, M. S. F.; GALUCH, M. T. B. Conteúdos Escolares e Desenvolvimento Humano: Qual a unidade? **Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação da UNIMEP**, Piracicaba, ano 13, p. 150-158, 2006. Disponível em: <

<https://www.metodista.br/revistas/revistas-unimep/index.php/comunicacoes/article/view/946/454>>. Acesso em: 05 maio 2017.

SFORNI, M. S. F.; GALUCH, M. T. B. Aprendizagem conceitual nas séries iniciais do ensino fundamental. **Educ. rev.** Curitiba, n. 28, p. 217-229, 2006. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602006000200014&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 01 Jul. 2018.

SILVA, A. S.; COSTA, D. W. S.; SANTOS, J. K. R. dos. Micro-organismos: concepções e aprendizagens de estudantes do ensino fundamental maior.

Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio), v. 9, p. 4138-4149, 2016. Disponível em:

<https://sbenbio.org.br/wp-content/uploads/edicoes/revista_sbenbio_n9.pdf>. Acesso em: 01 de jul. 2018.

SILVA, E. R. da; SOUZA, Ap. S. de. **Introdução ao estudo da microbiologia:** teoria e prática. Brasília: Editora do IFB, 2013. 66 p. Disponível em: <

<http://revistaeixo.ifb.edu.br/index.php/editoraifb/article/view/173>>. Acesso em: 01 de Jul. 2018.

SILVEIRA, M. L. da; OLIVEROS, P. B.; ARAÚJO, M. F. F. de. Concepções espontâneas sobre bactérias de alunos do 6º ao 9º ano. **Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Campinas, 2011.

Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0347-1.pdf>>. Acesso em: 01 de jul. 2018.

TONET, I. **Método científico:** uma abordagem ontológica. São Paulo: Instituto Lukács, 2013.

TORRES, C.; PALMAS, M. P. das; REGO, M.; MACÍAS, S. **Técnicas e utensílios de conservação dos alimentos na Mértola Islâmica.** 572 ed. Portugal: Edições Afrontamento, Ltda, 1996.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. Tradução de Danielle Soares de Oliveira Daian, Luis Fernando Marques Dorvillé; Revisão técnica de Flávio Guimarães da Fonseca, Ana Paula Guedes Frazzon, Jeverson Frazzon. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução a pesquisa em ciências sociais: a pesquisa em educação. São Paulo: Atlas, 2013.

UJVARI, Stefan Cunha. A história da disseminação dos microrganismos. **Estud. av.** São Paulo, v. 22, n. 64, p. 171-182, Dez. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000300011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 23 ago. 2017.

VYGOTSKI, L. S. **Obras escogidas**. Tomo I. Madri: Visor e MEC, 2013.

VYGOTSKI, L. S. **Obras escogidas**. Tomo II. Madrid: Visor, 2001.

VYGOTSKI, L. S. **Obras escogidas**. Tomo III. Madrid: Visor, 2000.

VYGOTSKI, L. S. **Obras escogidas**. Tomo IV. Madrid: Visor, 2006.

VYGOTSKI, L. S. **Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem**. 11. ed. São Paulo: ícone, 2010.

VYGOTSKI, L. S. **Teoria e método em psicologia**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

VYGOTSKI, L. S. Quarta aula: O problema do meio na pedologia. In: PRESTES, Z.; TUNES, E. (Org.). **Sete aulas de L.S. Vigotski sobre os fundamentos da pedologia**. 1. ed. Rio de Janeiro: EPapers, 2018. p. 73-92.

YOUNG, M. F. D. Por que o conhecimento é importante para as escolas do século XXI? **Cadernos de Pesquisa**, v. 46, n. 159, p. 18-37, 2016.

Disponível em:<

<http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/cp/article/view/3533/pdf.3>>. Acesso em: 01 set. 2017.