

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
FACULDADE SERRA DA MESA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E HUMANIDADES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM EDUCAÇÃO

MILTON PEREIRA DE ÁVILA

**O CONCEITO CÉLULA NA PERSPECTIVA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL DE
DAVYDOV: UMA PROPOSTA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

GOIÂNIA

2023

MILTON PEREIRA DE ÁVILA

**O CONCEITO CÉLULA NA PERSPECTIVA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL DE
DAVYDOV: UMA PROPOSTA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**

Tese apresentada à Banca Examinadora de Defesa do Programa de Pós-Graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Doutorado Interinstitucional, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Educação, sob a orientação do Prof^o Dr. Duclci Aparecido de Freitas Vaz.

Linha de Pesquisa: Teorias da Educação e Processos Pedagógicos

Área de Concentração: Educação e Sociedade

GOIÂNIA

2023

Ficha Catalográfica

Catálogo na fonte - Sistema de Bibliotecas da PUC Goiás
Maria Auxiliadora Marques e Silva - Bibliotecária - CRB1/1740

A958c Ávila, Milton Pereira de

O conceito célula na perspectiva do ensino desenvolvimental de Davydov : uma proposta para alunos do ensino médio / Milton Pereira de Ávila. -- 2023.

126 f.: il.

Tese (doutorado) -- Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Escola de Formação de Professores e Humanidades, Goiânia, 2023

Inclui referências: f. 104-108.

1. Davydov, Vassily, 1930-1998. 2. Conceitos - Formação - Estudo e ensino (Ensino médio). 3. Aprendizagem experimental - Estudo e ensino (Ensino médio). 4. Didática. 5. Células - Estudo e ensino (Ensino médio). I. Vaz, Duelci A. de F - (Duelci Aparecido de Freitas). II. Pontifícia Universidade Católica de Goiás - Programa de Pós-Graduação em Educação - 16/02/2023. III. Título.

CDU: 37.022:576(043)



**PUC
GOIÁS**

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa – PROPE
Coordenação de Pós-Graduação *Stricto Sensu* – CPSS
Escola de Formação de Professores e Humanidades – EFPH

O CONCEITO CÉLULA NA PERSPECTIVA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL DE DAVYDOV: UMA PROPOSTA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, aprovada em 16 de fevereiro de 2023

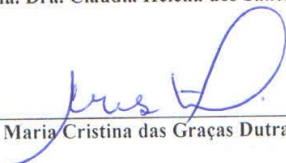
MILTON PEREIRA DE ÁVILA

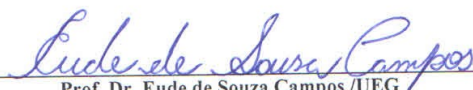
BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Duelci Aparecido de Freitas Vaz / PUC Goiás (Presidente)


Profa. Dra. Cláudia Valente Cavalcante / PUC Goiás


Profa. Dra. Cláudia Helena dos Santos Araujo / IFG


Profa. Dra. Maria Cristina das Graças Dutra Mesquita / PUC Goiás


Prof. Dr. Eude de Souza Campos / UEG

Profa. Dra. Lila Maria Spadoni Lemes / PUC Goiás (Suplente)

Prof. Dr. Alessandro Silva de Oliveira / IFG (Suplente)

*Dedico esta tese à minha família, em especial,
à minha esposa, Eloisa Ávila, que me
concedeu a sustentação para chegar até aqui.*

AGRADECIMENTOS

Neste momento, alcanço mais um objetivo proposto. A infinidade de obstáculos foi vencida com a ajuda de muitos, aos quais não é possível expressar meus agradecimentos de forma adequada, contudo, quero registrar minha tentativa.

Agradeço à Força Divina que permitiu a existência e me amparou nas lutas da vida, mesmo as mais intensas.

Sou grato, de modo especial, à minha esposa, Eloisa Aparecida da Silva Ávila, responsável direta pela minha felicidade, crescimento profissional e qualidade de vida. Você é meu esteio, meu amor!

Aos meus filhos, pela paciência, força e compreensão pelo distanciamento provocado pelas horas de pesquisa, estudo e dedicação a este trabalho.

Ao meu orientador, professor Duelci Aparecido de Freitas Vaz, pela paciência e direcionamento preciso e objetivo, que me ajudaram a superar os problemas e seguir em frente.

De modo especial, agradeço aos professores da PUC- Goiás, sobretudo à Raquel Aparecida Marra da Madeira Freitas, Cláudia Valente Cavalcante, Maria Cristina das Graças Dutra Mesquita e José Carlos Libâneo pela atenção, dedicação e comprometimento com a formação integral de cada discente.

A todas as pessoas que estiveram comigo neste processo de doutoramento, como amigas e colegas de estudos, especialmente Cláudia Vasconcelos Bertoso Leite e Edna Guimarães Liberato.

*“Uma palavra que não representa uma ideia é uma coisa morta, da mesma forma que uma ideia não incorporada em palavras não passa de uma sombra”
Lev Vygotsky*

RESUMO

Este estudo está vinculado à Linha de Pesquisa Teorias da Educação e Processos Pedagógicos, do Programa de Pós-Graduação em Educação - PPGE da PUC-GO e situa-se no campo teórico da Didática. Considera-se que a educação é um campo de disputas e que frequentemente está alinhada aos princípios neoliberais, reproduzindo desigualdades sociais. Por conseguinte, compreende-se que é preciso contribuir com o debate acerca da educação, tensionando para o desenvolvimento humano, sobretudo para a formação integral dos estudantes, em busca de uma sociedade menos desigual. Nesse sentido, ampara-se no arcabouço teórico da teoria histórico-cultural de Vygotsky e seus desdobramentos, sobretudo na teoria do ensino desenvolvimental de Davydov, para auxiliar na resposta da questão: “Como os princípios da teoria do ensino desenvolvimental de Davydov podem contribuir para que alunos do primeiro ano do Ensino Médio formem o conceito célula?” O objetivo central desta pesquisa foi analisar as contribuições da teoria do ensino desenvolvimental para a formação do conceito científico célula, para alunos do primeiro ano do Ensino Médio. Para tanto, realizou-se uma pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa, embasada nos pressupostos da teoria histórico-cultural de Vygotsky e seus seguidores, especialmente Davydov, com a teoria do ensino desenvolvimental. Foi feita uma análise para refletir sobre estas contribuições à luz do materialismo histórico-dialético. O percurso metodológico tem como ênfase o processo de ensino-aprendizagem para a formação do conceito célula. Foi feita uma análise documental como procedimento didático para a coleta de dados. Foi apresentado, em um primeiro momento, os pressupostos epistemológicos de Vygotsky, enquanto idealizador da teoria histórico-cultural, bem como de seus seguidores: Luria e Leontiev, tendo especial atenção para Davydov que se preocupou em pesquisar a relação entre a educação, o ensino e o desenvolvimento cognitivo humano. Foi construído o percurso lógico-histórico do conceito célula com o intuito de compreender os aspectos sociais e culturais relacionados a este, além de demonstrar as tensões e contradições que ocorreram durante a formação deste conceito. Para situar o objeto de estudo no cenário atual de pesquisas, foi elaborado o estado do conhecimento sobre o tema, a partir de buscas no banco de teses e dissertações da CAPES. Foram analisadas três categorias de busca: “ensino desenvolvimental”, “formação de conceitos”, “teoria celular”, discutindo os pontos de divergência e convergência dos resultados encontrados e esta pesquisa. Ao final, foi proposto um experimento didático-formativo elaborado de acordo com as orientações de Davydov para uma sequência didática de uma atividade de estudo buscando a formação do conceito célula por alunos da primeira série do Ensino Médio. Percebeu-se que os estudos sobre esse tema ainda podem se expandir muito, visto que são poucos dedicados à área biológica, sobretudo em nível de Ensino Médio. Compreendeu-se que a realização do percurso lógico-histórico desse conceito contribui com a identificação dos aspectos sociais e do núcleo conceitual presentes nele. Considerou-se, portanto, que uma proposta de atividade de estudo elaborada com base nos pressupostos teóricos do ensino desenvolvimental de Davydov apresenta-se como uma alternativa possível para a formação do conceito célula, contribuindo com a mudança qualitativa dos alunos, sobretudo com a apropriação desse conceito, seja nos seus aspectos externos ou particulares. Assim, a teoria do ensino desenvolvimental de Davydov apresenta elementos consistentes para uma proposta de educação que tem como finalidade o desenvolvimento humano por meio dos conceitos científicos, sobretudo, biológicos, o que fortalece a compreensão da importância da didática desenvolvimental também na Biologia.

Palavras-chave: Ensino Desenvolvimental. Experimento Didático-Formativo. Formação de Conceitos. Conceito Célula.

ABSTRACT

This study is linked to the Research Line Theories of Education and Pedagogical Processes, of the Post-Graduation Program in Education - PPGE of PUC-GO and is situated in the theoretical field of Didactics. It is considered that education is a field of disputes and that it is frequently aligned to neoliberal principles, reproducing social inequalities. Therefore, it is understood that it is necessary to contribute to the debate about education, stressing for human development, especially for the integral formation of students, in search of a less unequal society. In this sense, the theoretical arcabouço of Vygotsky's historical-cultural theory and its developments, especially Davydov's developmental teaching theory, is used to help in answering the question: "How can the principles of Davydov's developmental teaching theory contribute to that some of the first year of Ensino Medio form or conceive a cell?" The central objective of this research was to analyze the contributions of the theory of developmental education to the formation of the scientific concept of the cell, for some of the first year of Middle Education. For this, a bibliographical research of qualitative approach was carried out, based on the assumptions of Vygotsky's historical-cultural theory and his followers, especially Davydov, with a theory of developmental education. This was an analysis to reflect on these contributions in the light of dialectical-historical materialism. The methodological path is taken as a teaching-learning phase or process for the formation of the cell concept. Foi made a documentary analysis as a didactic procedure for the queue of dice. I was presented, in a first moment, the epistemological assumptions of Vygotsky, as an idealizer of the historical-cultural theory, as well as his followers: Luria and Leontiev, paying special attention to Davydov who was concerned with investigating the relationship between education, or teaching e or human cognitive development. The logical-historical course of the cell concept was built with the intention of understanding the social and cultural aspects related to it, in addition to demonstrating the tensions and contradictions that occurred during the formation of this concept. In order to situate the object of study in the current research cenário, the state of knowledge on the subject was elaborated, from searches in the bank of theses and dissertations of CAPES. Three search categories were analyzed: "developmental teaching", "concept formation", "cellular theory", discussing the points of divergence and convergence of the two results found in this research. In the end, a didactic-formative experiment was proposed, elaborated in accordance with Davydov's guidelines for a didactic sequence of a study activity seeking the formation of the cell concept by students of the first series of Ensino Medio. I know that the studies on this subject can still expand a lot, since there are few dedicated to the biological area, especially at the Ensino Medio level. It is understood that the realization of the logical-historical course of this concept contributed with the identification of two social aspects and of the conceptual core present in it. It is considered, therefore, that a study activity proposal elaborated based on Davydov's theoretical assumptions of developmental teaching appears as a possible alternative for the formation of the cell concept, contributing to the qualitative change of the students, above all with the appropriation From this concept, let us know its external or particular aspects. Likewise, Davydov's theory of developmental education presents consistent elements for an educational proposal that has as its finality or human development through two scientific concepts, above all, biological ones, or that strengthens the understanding of the importance of developmental didactics also in Biology.

Keywords: Developmental Teaching. Didactic-Formative Experiment. Concept Formation. Cell Concept.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Categoria: Ensino Desenvolvidor.....	61
Quadro 2 -Categoria: Ensino Desenvolvidor - Produção por região.....	62
Quadro 3 -Categoria: Ensino Desenvolvidor – Grande Área do Conhecimento.....	63
Quadro 4 -Categoria: Ensino Desenvolvidor – Área de Avaliação.....	63
Quadro 5 - Categoria: Formação de Conceitos.....	66
Quadro 6 -Categoria: Formação de Conceitos - Produção por região.....	67
Quadro 7 -Categoria: Formação de Conceitos – Grande Área do Conhecimento.....	67
Quadro 8 - Categoria: Formação de Conceitos – Área de Avaliação.....	68
Quadro 9 - Categoria Teoria Celular.....	69
Quadro 10 – Trabalhos com aproximação com o tema de estudo.....	71
Quadro 11- Plano de ensino para a formação do conceito de célula	89
Quadro 12 - O lógico-histórico do conceito de célula.....	92
Quadro 13 - Slide motivacional - Parte 1.....	93
Quadro 14 - Slide motivacional - Parte 2.....	94
Quadro 15 - Slide motivacional - Parte 3.....	95
Quadro 16 - Tarefa 1 - Apêndice D.....	97
Quadro 17 - Tarefa 2 - Apêndice F.....	98
Quadro 18 - Tarefa 3 - Apêndice H.....	99

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema desenhado por Robert Hooke do fragmento de cortiça observado por ele.....	48
Figura 2: Capa do livro Micrografia de Robert Hooke de 1665.....	50
Figura 3 - Exemplo de Vegetal.....	113
Figura 4 - Exemplo de Animal.....	113
Figura 5 - Comparação de tamanho entre estruturas biológicas.....	114
Figura 6 - Microscópio do século XVIII.....	114
Figura 7 – Minhoca.....	116
Figura 8 – Cachorro.....	116
Figura 9 - Esquema de Célula Animal.....	119
Figura 10 - Esquema de Célula Vegetal.....	119
Figura 11 - Exemplos de Tipos Celulares.....	122

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEPI - Centro de Ensino em Período Integral
DC-GO - Documento Curricular para Goiás
DF - Distrito Federal
EAT - Educação Ambiental Transformadora
ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisas em Educação e Ciências
GO - Goiás
MEC - Ministério da Educação
MRE - Modelo de Reconstrução Educacional
MS - Mato Grosso do Sul
MT - Mato Grosso
PEI - Programa Ensino Integral
PHC - Pedagogia Histórico-Crítica
PNLD - Plano Nacional do Livro Didático
RJ - Rio de Janeiro
SAEB - Sistema de Avaliação da Educação Básica
TDIC - Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
UFG - Universidade Federal de Goiás
UFPE - Universidade Federal de Pernambuco
UFPR - Universidade Federal do Paraná
UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação e Cultura
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	14
1 A TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL E CONCEITOS ORIENTADORES PARA A PESQUISA.....	20
1.1 O CONCEITO DE ELEMENTOS MEDIADORES DA ATIVIDADE HUMANA EM VYGOTSKY.....	20
1.1.1 Os instrumentos e signos na mediação das relações do homem com a natureza....	21
1.1.2 A importância da fala egocêntrica no desenvolvimento da atividade da criança...	23
1.1.3 Nível de desenvolvimento real e zona de desenvolvimento proximal.....	24
1.2 AS FUNÇÕES PSICOLÓGICAS SUPERIORES CONFORME LURIA.....	27
1.3 A ATIVIDADE HUMANA COMO INSTRUMENTO DE MEDIAÇÃO COM O MUNDO: A CONTRIBUIÇÃO DE LEONTIEV.....	28
1.4 A TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL DE DAVYDOV.....	31
1.4.1 O conceito de atividade.....	32
1.4.2 O pensamento humano e a atividade prática.....	34
1.4.2.1 <i>O processo de ascensão do abstrato ao concreto pensado.....</i>	<i>37</i>
1.4.3 A importância da atividade de estudo.....	39
2 O PERCURSO LÓGICO-HISTÓRICO DO CONCEITO CÉLULA.....	45
2.1 A CONSTRUÇÃO HISTÓRICA DO CONCEITO CÉLULA.....	47
2.1.1 A contribuição de Robert Hooke para o conceito célula.....	47
2.1.2 A célula como unidade morfológica dos seres vivos: o surgimento da teoria celular.....	53
2.2 ESTADO DO CONHECIMENTO RELACIONADO AO CONCEITO CÉLULA.....	59
2.2.1 A categoria “ensino desenvolvimental”.....	61
2.2.2 A categoria “formação de conceitos”.....	64
2.2.3 A categoria “teoria celular”.....	69
2.2.4 Avaliação dos trabalhos que apresentam aproximação com o tema de estudo.....	71
3 PROPOSTA DE EXPERIMENTO DIDÁTICO-FORMATIVO.....	82
3.1 PRIMEIRA AÇÃO - TRANSFORMAÇÃO DOS DADOS DA TAREFA A FIM DE REVELAR A RELAÇÃO UNIVERSAL DO OBJETO DE ESTUDO.....	85
3.2 SEGUNDA AÇÃO – MODELAÇÃO DA RELAÇÃO DIFERENCIADA EM FORMA OBJETIVADA, GRÁFICA OU POR MEIO DE LETRAS.....	86
3.3 TERCEIRA AÇÃO – TRANSFORMAÇÃO DO MODELO DA RELAÇÃO PARA ESTUDAR SUAS PROPRIEDADES EM “FORMA PURA”.....	87
3.4 QUARTA AÇÃO – CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE TAREFAS PARTICULARES QUE PODEM SER RESOLVIDAS POR UM PROCEDIMENTO GERAL.....	88
3.5 QUINTA AÇÃO – CONTROLE DA REALIZAÇÃO DAS AÇÕES ANTERIORES.....	88
3.6 SEXTA AÇÃO – AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM.....	88
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	101
REFERÊNCIAS.....	104
APÊNDICE A - Plano das Aulas 1 e 2.....	110
APÊNDICE B - O lógico-histórico do conceito de célula.....	112
APÊNDICE C - Slide motivacional.....	113
APÊNDICE D - Problemas envolvendo o conceito de célula - Tarefa 1.....	116
APÊNDICE E - Plano das Aulas 3 e 4.....	117
APÊNDICE F - Tarefa 2.....	119
APÊNDICE G - Plano das Aulas 5 e 6.....	120
APÊNDICE H - Tarefa 3.....	122
APÊNDICE I - Plano das Aulas 7 e 8.....	123
APÊNDICE J - Tarefa 4.....	125

INTRODUÇÃO

O conhecimento se complexifica e aprimora em uma velocidade assustadora, à medida que as descobertas científicas e tecnológicas são incorporadas ao cotidiano e o ser humano passa a desenvolver um processo de interação mais intenso, permeado de um conjunto de capacidades intelectuais que são exigidas para a convivência social e na realidade concreta de vida, o que inclui o mundo do trabalho. Embora o acesso à informação esteja se tornando cada vez mais fácil e disseminado por conta da evolução tecnológica, o número de pessoas que consegue utilizar os novos conhecimentos para uma melhor qualidade de vida ou para o seu desenvolvimento crítico perante as imposições sociais, políticas e profissionais desses novos tempos é cada vez menor, sendo quase um privilégio das classes mais abastadas.

Destarte, o papel da escola como agente mediador na aquisição do conhecimento, enquanto processo de desenvolvimento cognitivo, social e humano, pode contribuir significativamente para diminuição das diferenças sociais. Uma escola que tenha como finalidade a formação integral, considerando o desenvolvimento de todas as dimensões do ser humano é extremamente importante e colabora com a formação de uma sociedade menos desigual, sobretudo nos dias atuais. A escola, por meio do estudo dos conteúdos e conceitos científicos pode colaborar com a formação de um sujeito autônomo, crítico e atuante, ou seja, capaz de interferir e modificar a realidade concreta. Infelizmente muitos são os obstáculos que dificultam a ampliação das escolas voltadas para uma formação mais humana.

A discussão sobre problemas que afetam a educação no Brasil perpassa pela reflexão das finalidades educativas, principalmente nos últimos tempos. Libâneo (2012) fala em uma escola dualista, com funções distintas: propiciar a aquisição do conhecimento para os mais abastados e o acolhimento social para os menos favorecidos. Este contexto é favorecido pelo viés neoliberal, que segundo Libâneo (2012), foi introduzido por reformas educativas que aconteceram nos países capitalistas, incluindo o Brasil, capitaneadas por organismos internacionais como a Organização das Nações Unidas para a Educação e Cultura (UNESCO) e o Banco Mundial. De acordo com o autor, tal contexto é intencional e visa manter a distância entre a elite e os trabalhadores pobres.

Libâneo (2019, p.3) define as finalidades educativas como “orientações explícitas ou implícitas para os sistemas escolares, expressando valores e significados acerca do sentido da educação e da instituição escolar”. Diante disso, o autor alerta para a necessidade de posicionamento dos educadores em relação à prática interna na escola e a realidade social, em uma perspectiva sócio-histórica, para que as imposições políticas, sociais e econômicas

integradas em interesses capitalistas, não venham a cercear a liberdade e a autonomia na prática docente.

A concepção sobre o papel da escola como entidade de integração social e acolhimento é evidenciada pela explosão das escolas de tempo integral nos últimos anos no Brasil. Um exemplo é o do estado de São Paulo, no qual o Programa Ensino Integral (PEI)¹ ofertava com 448 mil vagas em 1.077 escolas, em 2021, um milhão de vagas em 2.050 escolas em 2022 e 1,2 milhão de vagas em 2.311 escolas em 2023. Em um estudo sobre a implantação de escolas de tempo integral na rede pública de São Paulo, Castro; Lopes (2011) tentaram comparar as diretrizes oficiais sobre a função da escola de tempo integral e o que ocorria na prática. Essa é a percepção dos autores sobre tal contexto:

Para os entrevistados, a dupla função da Escola de Tempo Integral, guarda e educação, é clara. A primeira coibiria, de acordo com os depoimentos, a ociosidade que pode gerar marginalidade das crianças e adolescentes que estão fora do mercado de trabalho por força de lei, e a segunda serviria ao mercado com a formação de futuros trabalhadores, por meio da instrução básica (CASTRO; LOPES, 2011, p.257).

A pesquisa de Castro; Lopes (2011) ressalta a noção, intencionalmente inculcida pelos interesses capitalistas, nos atores da educação escolar: pais, alunos e parte dos professores e diretores, de que a educação e, nesse caso em especial na escola de tempo integral, teria uma função de ocupar o tempo do aluno e afastá-lo da delinquência, ao mesmo tempo que o prepara para atender as demandas do mercado de trabalho.

Citando como exemplo o estado de Goiás, atualmente há 254 escolas de tempo integral na rede pública estadual, denominadas Centro de Ensino em Período Integral (CEPI). De acordo com o Plano Nacional de Educação e o Plano Estadual de Educação de Goiás, a meta é que até o ano de 2024², estejam 50% das escolas públicas estaduais oferecendo educação em tempo integral, com pelo menos 25% para os alunos da Educação Básica.

O aumento no número de vagas e de escolas públicas de tempo integral, reforça a ideia também de que há mais uma finalidade assistencialista do que formação integral do ser humano. Esse perfil assistencialista representa uma das finalidades educativas da escola identificados por Libâneo (2019):

1 “Presente na rede estadual desde 2012, o Programa Ensino Integral (PEI) atua na melhoria da aprendizagem, por meio de um modelo pedagógico inovador. Há a oferta de práticas variadas, como Tutoria, Nivelamento, Protagonismo Juvenil com Clubes Juvenis e Líderes de Turma, e componentes curriculares específicos como Orientação de Estudos e Práticas Experimentais, que potencializam a formação integral do estudante a partir do Projeto de Vida individual. Além disso, permite o planejamento, desenvolvimento e acompanhamento das ações pedagógicas, de maneira estruturada”. Fonte: <https://www.educacao.sp.gov.br/pei>.

2 Segundo informações contidas no site do governo estadual, até o fim de 2022, o Governo de Goiás iria implantar mais 105 escolas de tempo integral na rede pública estadual de ensino. O número de Centros de Ensino em Período Integral (CEPIs) passaria de 164 para 269, considerando um crescimento de 64%. Fonte: <https://agenciakoradenoticias.go.gov.br/27936-governo-ira-implantar-mais-105-escolas-de-tempo-integral-em-2022>.

A finalidade da educação expressa como educação para a sociabilidade e integração social remete ao papel socializador e integrador da escola para formar nos alunos atitudes de solidariedade e convivência, em face da diversidade social e cultural, dentro de uma política de apaziguamento social. Desse modo, a finalidade de fornecer aos pobres uma escola de conhecimentos úteis e habilidades práticas conjuga-se com a da educação para a sociabilidade (LIBÂNEO, 2019, p.14).

Destarte, pode-se questionar o papel do professor diante desta situação apresentada anteriormente. No entanto, a busca por uma resposta e pela melhoria do processo educacional perpassa por um ensino que promova o pensamento teórico, em uma alternativa à lógica formal de ensino. O estudo e a adoção de teorias de aprendizagem que promovam o desenvolvimento cognitivo, na prática pedagógica, pode ser uma possibilidade no enfrentamento dos problemas encontrados cotidianamente durante a atividade docente. O professor é um dos atores diretamente envolvido na aprendizagem dos estudantes e suas ações têm uma dimensão por vezes fundamental no sucesso do aluno, bem como na sua motivação, permanência e continuidade nos estudos.

A prática docente, quando em uma lógica formal, reflete diretamente no processo formativo dos alunos, priorizando a memorização de informações superficiais, sem que ocorra nenhuma atividade reflexiva. Contudo, se o professor almeja um aprendizado dos seus alunos que promova a autonomia e a real capacidade de desenvolvimento conceitual, deve empreender a busca por mudanças nas concepções do ensino e formas de ensinar que dependem de concepções educativas curriculares adotadas pelo país. Libâneo (2004b) problematiza em relação ao modelo de ensino mercantilista que predomina nas escolas de ensino básico do país, voltado para atender as demandas de mercado.

Libâneo (2004b) ressalta também que a expansão do acesso à informação e a influência dos meios de comunicação e mídias sociais refletem diretamente no ensino. Não se trata de novas formas de aprender e ensinar, mas sim, de diferentes formas de aprender e ensinar. Desse modo, em todas as áreas do conhecimento pode-se elaborar e desenvolver atividades de estudo objetivando a formação de conceitos científicos, entretanto, esta pesquisa delimita-se a um conteúdo de Biologia.

O ensino de Biologia no Ensino Médio possui um dos mais extensos conteúdos programáticos, com uma infinidade de teorias, definições e informações, que, embora intrinsecamente unidas, muitas vezes, são tratadas de modo fragmentado, o que dificulta o processo de ensino- aprendizagem. São essenciais para que os alunos não somente continuem sua vida acadêmica, mas sobretudo, entendam o mundo que os cerca, os fenômenos que envolvem a vida e seus aspectos relacionados. Além disso, a compreensão do conhecimento biológico envolve o entendimento do caminho que foi historicamente percorrido pelos

cientistas que construíram os conceitos que o compõem, ou seja, seu percurso lógico-histórico (DAVYDOV, 1988).

A compreensão pelos alunos do percurso lógico-histórico durante a análise do objeto de estudo contribui significativamente para a apropriação dos conhecimentos culturais, além dos aspectos que foram construídos ao longo do tempo para a formação dos conceitos científicos. Esta compreensão é importante também para que o aluno apreenda a importância social do conceito estudado, ou seja, seus aspectos sociais, numa perspectiva crítica. Assim, é possível que sejam internalizadas pelos alunos as relações contidas no objeto em análise, contribuindo para a formação e aprimoramento de suas ações mentais, como nesta pesquisa, que trata de um conceito biológico.

O estudo na área de Biologia, em particular da Citologia, que se ocupa do estudo da célula, não se restringe apenas aos conceitos específicos desta área, mas remetem também a conhecimentos em outras áreas como a Química, que os aplica também na Bioquímica; Física, na qual os modelos físicos descrevem os processos de troca de energia; Medicina, com os estudos biomédicos ou mesmo com a Matemática, intensamente praticada nos conceitos de Probabilidade Genética. Ou seja, a célula está envolvida em praticamente todos os processos biológicos e em outros relacionados direta ou indiretamente, estudados por diferentes ramos da Ciência. Seu domínio conceitual torna-se um instrumento importante na aprendizagem dos conceitos científicos aos quais se relaciona, além de permitir ao aluno a identificação e compreensão dos fenômenos naturais e cotidianos ligados ao seu núcleo conceitual.

Diante do exposto, a pesquisa possui relevância, pois pode colaborar com propostas que auxiliem na construção de alternativas pedagógicas para uma prática educativa que promova o ensino para o desenvolvimento. Dentro desta perspectiva de um ensino que contribua para o desenvolvimento integral dos alunos, a teoria histórico-cultural de Vygotsky foi escolhida como base teórica para o trabalho, visando a estruturação de uma proposta de experimento didático-formativo à luz da teoria do Ensino Desenvolvimental de Davydov.

A proposta de experimento será voltada para a primeira série do Ensino Médio, etapa do ensino básico em que o pesquisador possui ampla experiência de atuação e há a percepção de ser adequada para desenvolvimento do objeto de estudo, devido a sua ênfase nos conteúdos programáticos relacionados à referida série. O objeto de estudo escolhido foi a célula, cujo conceito nuclear remete ao fato de ser a estrutura anatômica de todos os seres vivos, sejam uni ou pluricelulares.

Contudo, a célula não se limita a compor a estrutura básica dos seres vivos e segue um nível de organização que permeia a formação de tecidos, órgãos e sistemas respectivamente, além de local de ocorrência da maioria das reações químicas fundamentais à existência da

vida. Enquanto menor unidade morfofisiológica³, a célula categoriza os seres vivos e se mescla com outros fenômenos tais como a hereditariedade, imunidade e a atividade cognitiva, visto que são as células nervosas as responsáveis pelo desenvolvimento da inteligência. Situada nos estudos de Citologia, dentro da grande área da Biologia, o desenvolvimento do conceito célula é um pré-requisito fundamental para que o aluno entenda inúmeros outros conceitos biológicos.

Este estudo tem como base os pressupostos teóricos da teoria histórico-cultural elaborada por Vygotsky e da teoria do ensino desenvolvimental de Davydov. Estas teorias consideram que o bom ensino é aquele que precede o desenvolvimento, a partir da mediação da aprendizagem. Acredita-se que a aprendizagem promove o aprimoramento das capacidades do ser humano, das ferramentas intelectuais, contribuindo com a formação da consciência e, sobretudo, com o desenvolvimento humano. Aborda-se, portanto, os principais conceitos dessas teorias, considerando que estes são essenciais para este estudo.

A questão norteadora desta pesquisa foi: Como os princípios da teoria do ensino desenvolvimental de Davydov podem contribuir para que alunos do primeiro ano do Ensino Médio formem conceito científico célula? Busca-se como objetivo geral deste trabalho, analisar as contribuições da teoria do ensino desenvolvimental para a formação do conceito científico célula, para alunos do primeiro ano do Ensino Médio. Como objetivos específicos espera-se: refletir sobre as contribuições da teoria histórico-cultural e seus desdobramentos para o processo de ensino-aprendizagem e formação de conceitos; analisar o percurso lógico-histórico do conceito célula discutindo também o estado do conhecimento desse conceito; apresentar uma proposta de experimento didático-formativo objetivando a formação do conceito célula de acordo com os pressupostos teóricos da teoria do ensino desenvolvimental de Davydov, para alunos da primeira série do Ensino Médio.

Esta é uma pesquisa bibliográfica com abordagem qualitativa, cujo procedimento didático para coleta de dados foi a análise documental. O percurso metodológico para alcançar o objetivo desta tese iniciou a partir de pesquisas bibliográficas em produções científicas que estivessem vinculadas ao tema formação de conceitos científicos à luz da teoria histórico-cultural e da teoria do ensino desenvolvimental. O percurso lógico-histórico do conceito célula foi construído para melhor compreensão dos aspectos sociais e culturais relacionados a ele. Foi elaborado também o estado do conhecimento do tema, a partir de buscas no banco de teses e dissertações da CAPES, após a escolha de categorias de análises, relacionadas com o conceito célula na perspectiva histórico-cultural.

³ É o que dá forma e é responsável pelas funções do organismo.

Após a discussão destes resultados, encerrando o percurso metodológico, foi proposto um experimento didático-formativo elaborado à luz da teoria do ensino desenvolvimental, cuja proposta tem como objetivo a formação do conceito célula em alunos da primeira série do Ensino Médio. O experimento se configura por uma mediação ativa do professor pesquisador no percurso do ensino do conceito escolhido, de modo que os alunos possam apreender o objeto por meio da formação do pensamento teórico, o que os levará a um novo nível de desenvolvimento mental (DAVYDOV, 1988).

Este trabalho foi estruturado em três capítulos. No Capítulo I abordou-se acerca do aporte teórico desta pesquisa elencando-se os principais conceitos utilizados, refletindo sobre as contribuições da teoria histórico-cultural e seus desdobramentos para o processo de ensino-aprendizagem e formação de conceitos. No Capítulo II analisou-se sobre o percurso lógico-histórico do conceito célula, enfatizando-se a contribuição dos cientistas envolvidos na formação deste conceito. Apresentou-se ainda, um estudo do tipo estado do conhecimento para levantamento das pesquisas relacionadas ao objeto de estudo, cujas categorias de busca e análise foram: ensino desenvolvimental; formação de conceitos e teoria celular. Os trabalhos que apresentaram aproximação com o tema da pesquisa, foram lidos e discutidos para melhor posicionamento da mesma dentro do recorte temporal de dez anos (2012-2021). No Capítulo III apresentou-se uma proposta de organização do ensino-aprendizagem para a formação do conceito célula por meio de um experimento didático-formativo com vistas na formação do conceito célula à luz dos pressupostos teóricos da teoria do ensino desenvolvimental de Davydov, para alunos da primeira série do Ensino Médio.

No texto dedicado às considerações finais, foram apresentadas as principais contribuições da teoria do ensino desenvolvimental de Davydov para o processo ensino-aprendizagem do conceito célula. Entendeu-se que esta tese apresenta um ineditismo, pois se propõe à reflexão acerca dos princípios da teoria do ensino desenvolvimental e suas contribuições com a formação desse conceito por escolares do primeiro ano do Ensino Médio, visto que não há pesquisa com esta estrutura, já realizada anteriormente. Acredita-se que outros estudos possam surgir a partir deste, mas o pesquisador defende a sua tese como forma de colaborar com o debate acerca da teoria histórico-cultural e dos processos pedagógicos vinculados à teoria do ensino desenvolvimental, sobretudo de Biologia.

1 A TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL E CONCEITOS ORIENTADORES PARA A PESQUISA

Este capítulo objetiva apresentar a teoria Histórico-Cultural de Vygotsky e seus seguidores, bem como a teoria do Ensino Desenvolvimental de Davydov, nas quais se fundamenta esta pesquisa. Com a discussão de elementos como formação de conceitos teóricos, atividade humana e desenvolvimento cognitivo, procura-se compreender uma proposta de ensino-aprendizagem que supere o ensino tradicional, estabelecido em uma lógica formal, em prol do desenvolvimento integral dos alunos.

1.1 O CONCEITO DE ELEMENTOS MEDIADORES DA ATIVIDADE HUMANA EM VYGOTSKY

Semenovich Vygotsky (1896 - 1934) estudou o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, que envolvem atividades praticadas pelo ser humano que não são observadas nos outros animais e que permitem a interação do homem com o meio em um nível além do concreto, por meio de representações abstratas do mundo real (OLIVEIRA, 1993).

De acordo com Rabello (2010), Vygotsky foi o primeiro psicólogo a vincular o desenvolvimento das funções psicológicas superiores ao desenvolvimento cultural humano. Relacionou a filosofia marxista do Materialismo Histórico-Cultural ao aspecto psicológico, local da apropriação cultural do indivíduo ao longo da história humana, a socialização e a comunicação influenciam diretamente no desenvolvimento cognitivo. Portanto, relacionou, conseqüentemente, desenvolvimento das ferramentas intelectuais com o processo de ensino-aprendizagem.

Para Vygotsky (1998), o indivíduo se relaciona com o meio social por meio de elementos mediadores, ou seja, é uma relação mediada, superando a forma de relação direta à medida que desenvolve suas funções psicológicas. A mediação ocorrerá por meio do uso de instrumentos e por meio de signos que serão o elemento mediador entre o indivíduo e outros organismos e o meio (OLIVEIRA, 1993).

Vygotsky (1998) defende que a atividade humana se caracteriza historicamente pelo trabalho, que é o elemento mediador entre o homem e o meio natural, numa relação dialética entre o indivíduo e o objeto de transformação, ou seja, ao mesmo tempo que o homem modifica o ambiente, é modificado por ele. Contudo, essa relação ocorre de modo essencialmente coletivo, socialmente, pela interação entre os indivíduos. Ocorrendo primeiramente de modo interpessoal, na atividade externa, e posteriormente de modo

intrapessoal, internalizada pela atividade individual, regulada pela consciência (LIBÂNEO, 2004a).

A ideia de mediação tão relevante no trabalho de Vygotsky tem influência direta das ideias marxistas. Oliveira (1993) reforça este fato quando apresenta em seu trabalho a influência do Materialismo Histórico-Dialético nas ideias de Vygotsky:

Alguns postulados básicos do marxismo claramente incorporados por Vygotsky são:

- o modo de produção da vida material condiciona a vida social, política e espiritual do homem.
- o homem é um ser histórico, que se constrói através de suas relações com o mundo natural e social. O processo de trabalho (transformação da natureza) é o processo privilegiado nessas relações homem mundo.
- a sociedade humana é uma totalidade em constante transformação. É um sistema dinâmico e contraditório, que precisa ser compreendido com processo em mudança, em desenvolvimento.
- as transformações qualitativas ocorrem por meio da chamada “síntese dialética” onde, a partir de elementos presentes numa determinada situação, fenômenos novos emergem. Essa é exatamente a concepção de síntese utilizada por Vygotsky ao longo de toda sua obra (OLIVEIRA, 1993, p.28).

Portanto, o processo de mediação do homem com o meio através de instrumentos defendido por Marx e desenvolvido por Vygotsky, caracteriza a conduta humana e ao mesmo tempo a diferencia de outros animais, por sua característica indireta, transformadora, social e histórica. Concorde-se com o conceito de mediação elaborado por Vygotsky, o qual apresenta uma ligação indireta entre o homem, o sujeito e o mundo, sendo mediada pelas ferramentas auxiliares, ou seja, pelos elementos mediadores. Entende-se ainda, que trata de um processo complexo, que extrapola o uso de signos e instrumentos.

1.1.1 Os instrumentos e signos na mediação das relações do homem com a natureza

Os elementos principais, identificados por Vygotsky (1998), no processo de mediação entre o homem e a natureza são essencialmente dois: primordialmente os instrumentos e posteriormente os signos. Na análise histórica do desenvolvimento humano, Vygotsky identifica que o uso de instrumentos e sua capacidade de aumento da ação transformadora do homem no meio natural, é um dos fatores primordiais na diferenciação da espécie humana em relação aos demais animais quando aborda a cognição e o desenvolvimento intelectual. A incorporação dos métodos de produção e utilização, a adaptação de um mesmo instrumento para circunstâncias variadas, são representações dos saberes que compõem a cultura, compartilhada e transferida de indivíduo para indivíduo em um contexto historicamente construído pelo próprio homem (VYGOTSKY, 1998).

O uso de instrumentos intensifica a ação transformadora do homem na natureza servindo também de elemento de mediação nesta ação e embora alguns animais também se

utilizem desse recurso, não o fazem de maneira premeditada e tampouco conservam historicamente o conhecimento adquirido para ser utilizado em ocasião semelhante. A atividade desenvolvida pelo animal se encerra assim que o problema é solucionado, sem aprendizagem ou cultura desenvolvida, enquanto a atividade desenvolvida pelo ser humano é internalizada e pode ser utilizada em outras ocasiões, além de ser repassada para o grupo ao qual o indivíduo faz parte (VYGOTSKY, 1998).

Segundo Vygotsky (1998), os instrumentos são elementos mediadores entre o homem e o objeto, que possibilitam a ampliação de ação destes sobre a natureza. Os instrumentos podem ser desde um machado, utilizado para cortar madeira até mesmo uma pedra, por exemplo, que tenha uma determinada função e que é preservada, transmitida a outras gerações, num processo histórico-cultural. Desse modo, o instrumento é algo fora do indivíduo, externo a ele e tem como função provocar mudanças no objeto do trabalho, nos processos da natureza.

Outro elemento mediador elaborado por Vygotsky (1998) é o signo. Os signos são considerados por ele como os instrumentos de mediação psicológica, ou seja, algo para dentro do indivíduo, para o controle das ações psicológicas. É através dos signos que o homem representa objetos da natureza, situações abstratas, auxilia e desenvolve sua atividade psíquica (REGO, 1995).

Para Vygotsky (1998):

A invenção e o uso de signos como meios auxiliares para solucionar um dado problema psicológico (lembrar, comparar coisas, relatar, escolher, etc.) é análoga à invenção e uso de instrumentos, só que agora no campo psicológico. O signo age como um instrumento da atividade psicológica de maneira análoga ao papel do instrumento no trabalho (VYGOTSKY, 1998, p. 70).

Diferente dos instrumentos que medeiam a relação externa do homem com a natureza, os signos auxiliam e ampliam as atividades psíquicas que ocorrem internamente. Assim os signos agem para o desenvolvimento do que Vygotsky chamou de funções psicológicas superiores, tais como a capacidade de escolher qual ação seria mais adequada para resolver determinado problema, lembrar de ações usadas em situações semelhantes. Na análise de trabalhos de pesquisadores que desenvolveram experimentos com primatas, mais especificamente chimpanzés, Vygotsky observou que esses animais até conseguiam utilizar instrumentos, mas eram incapazes de se utilizar de signos (VYGOTSKY, 1998).

Dentre os signos, Vygotsky destaca a linguagem, a qual considera como recurso psicológico essencial para o desenvolvimento das características psicológicas humanas e da evolução histórica da cultura de nossas sociedades. Por meio da linguagem é possível representar os outros aspectos abstratos da natureza sem necessariamente a presença física do

objeto considerado. Por exemplo, alguém pode saber qual carro um amigo dirige somente pela descrição do referido modelo. Ou expressar um sentimento, como a falta de uma pessoa, simplesmente pelo uso da palavra saudade.

A linguagem permite a interação profunda entre os indivíduos e a transmissão de experiências e aprendizados que podem ser acumulados historicamente e formarão a base cultural de cada grupo social. Embora os animais também possam expressar sentimentos através de sons, não conseguem usá-los como ferramentas de comunicação ou abstração da natureza (REGO, 1995).

Destarte, através de pesquisas com crianças feitas em conjunto com seus colaboradores, Vygotsky identificou que os processos internos de desenvolvimento mental necessitam da interação social para acontecer, ocorrendo primeiramente interpsicologicamente, entre os indivíduos, e, posteriormente, no âmbito intrapsicológico, internamente no indivíduo. Observou também, que a atividade prática desenvolvida por crianças que ainda não falam é semelhante àquela observada em macacos antropóides e em pessoas privadas da fala. Concluiu que a fala é um signo auxiliar fundamental no desenvolvimento cognitivo da criança, e uma vez desenvolvida, exprime o diferencial em relação ao comportamento animal (VYGOTSKY, 1998).

1.1.2 A importância da fala egocêntrica no desenvolvimento da atividade da criança

A fala, de acordo com Vygotsky, é o primeiro elemento de abstração do mundo natural utilizado pela criança. Quando esta necessita fazer o planejamento de uma ação, utiliza-se da fala para consigo mesma, de modo a discutir o processo que utilizará para alcançar o objetivo, ou mesmo testar mentalmente e em voz alta, possíveis formas de solução. O processo de falar em voz alta e verbalizar o que tem a fazer, possibilita abstrair a ação de modo que a criança ao ser interrompida por alguém, se perde e interrompe a atividade.

Nem sempre esse processo de aprendizado e desenvolvimento da criança alcança sucesso por si só, o que vai requerer a necessidade de intervenção, daí então a criança sentirá necessidade da intervenção de um parceiro mais experiente ou um adulto para ajudá-la a resolver o problema que a impediu de alcançar seu objetivo. Este processo de aprendizado interacional, como observou Vygotsky, é uma característica marcante do desenvolvimento humano, tornando os seres humanos animais, essencialmente, sociais e históricos (VYGOTSKY, 1998).

Vygotsky (1998) explica que a fala não é somente um elemento de mediação da criança com o meio, mas um fator importante de desenvolvimento das suas funções

psicológicas interiores. Os seus experimentos em laboratório demonstraram a intensa necessidade das crianças em verbalizar, a chamada por ele de fala egocêntrica, durante a realização de uma tarefa. Em algumas circunstâncias extremas, pode ser que a criança não consiga realizar alguma tarefa caso lhe seja negada a opção de se expressar verbalmente para organizar suas ideias e planejar sua ação. Vygotsky define dois pontos importantes encontrados durante o experimento.

(1) A fala da criança é tão importante quanto a ação para atingir um objetivo. As crianças não ficam simplesmente falando o que elas estão fazendo; sua fala e ação fazem parte de uma mesma função psicológica complexa, dirigida para a solução do problema em questão.

(2) Quanto mais complexa a ação exigida pela situação e menos direta a solução, maior a importância que a fala exige na operação como um todo. Às vezes a fala adquire uma importância tão vital que se não for permitido o seu uso, as crianças pequenas não são capazes de resolver a situação (VYGOTSKY, 1998, p.34).

O autor defende que o uso dos sentidos, combinado à fala, compõe uma intrincada forma de resolver um problema, permitindo à criança uma liberdade de ação muito superior àquela que um animal antropoide teria quando colocado em uma situação semelhante, visto que a criança desenvolve uma abstração, com ajuda da fala, que permite visualizar inúmeras possibilidades de resolução, independentemente dos recursos materiais disponíveis para auxiliar na conclusão da ação. No início do desenvolvimento da criança que já verbaliza, a fala é um instrumento para abstração dos passos a serem executados, neste ponto, segundo Vygotsky, a atividade domina e dirige a fala.

Dessa forma, posteriormente a fala cumprirá uma função planejadora e a criança conseguirá sobrepujar o limite imposto pelo ambiente físico que se coloca à sua frente e imaginá-lo de diferentes formas, conforme o desafio que se apresenta o exija. A criança constrói situações abstratamente, simbolizando um progresso no seu desenvolvimento cognitivo. Reflete antes de executar a ação e não somente age impulsivamente (VYGOTSKY, 1998).

1.1.3 Nível de desenvolvimento real e zona de desenvolvimento proximal

Vygotsky (1998) discordava das concepções existentes em sua época que explicavam a relação entre desenvolvimento e aprendizado em crianças. Ele as reunia em três grandes posições teóricas:

Grupo 1 – Em um primeiro grupo⁴, reuniu teóricos que defendiam não haver relação entre aprendizado e desenvolvimento. O aprendizado somente existiria se houvesse a maturação biológica necessária para tal. Vygotsky (1998, p. 54) teoriza que “o

⁴ Segundo Vygotsky (1998), Jean Piaget pertencia a essa corrente de pensamento.

desenvolvimento ou maturação são vistos como uma pré-condição do aprendizado, mas nunca como resultado dele”. Para os teóricos desse grupo, no qual Vygotsky acrescentava Piaget, a aprendizagem somente ocorre após a maturação do sistema nervoso e a instrução escolar deve acontecer de acordo com o desenvolvimento mental.

Grupo 2 – Um segundo grupo⁵ de teóricos defende que aprendizado é desenvolvimento e que um processo está interconectado com o outro, ocorrendo simultaneamente.

Grupo 3 – E um terceiro grupo⁶ teórico estabelece a concepção de que o desenvolvimento ocorre quando a maturação biológica propicia a aprendizagem. Esta, por sua vez, estimula uma maior estruturação do desenvolvimento, contudo, aprendizagem e desenvolvimento não ocorrem simultaneamente.

Vygotsky discordava de todas essas posições teóricas sobre a relação entre desenvolvimento e aprendizagem, contudo foi por meio da análise destas teorias que ele delineou uma proposta mais adequada para essa questão entre aprendizado e desenvolvimento e o que acontece entre esses dois processos quando a criança é inserida no ambiente escolar. Ele concebia que a aprendizagem já se iniciava muito antes da escola, por meio de experiências que a criança vive desde que nasce e pela interação social desenvolvida com os pais e com seu grupo social, ou seja, ocorre uma inter-relação entre a aprendizagem e o desenvolvimento desde o início.

Para elucidar as relações reais entre o processo de desenvolvimento e a capacidade de aprendizado, Vygotsky considerou dois níveis de desenvolvimento: o nível de desenvolvimento real e a zona de desenvolvimento proximal.

Para Vygotsky, o nível de desenvolvimento real é:

O primeiro nível pode ser chamado de nível de desenvolvimento real, isto é, o nível de desenvolvimento das funções mentais da criança que se estabeleceram como resultado de certos ciclos de desenvolvimento já completados. Quando determinamos a idade mental de uma criança usando testes, estamos quase sempre tratando do nível de desenvolvimento real (VYGOTSKY, 1998, p.110).

Vygotsky explica que a noção de desenvolvimento real reflete um conceito imposto pelo senso comum de que o nível mental da criança estaria fortemente ligado àquilo que ela conseguia fazer por si mesma. Contudo, ele avança na estruturação do desenvolvimento da criança indicando que existe um segundo nível, que denominou de nível de desenvolvimento potencial, caracterizado pelas funções que ainda estão em processo embrionário e ainda não estão maduras o suficiente para que a criança as exerça autonomamente. Portanto, a criança,

⁵ Psicólogos como Kurt Koffka e William James, defendiam essa ideia.

⁶ Edward Lee Thorndike é um exemplo de psicólogo vinculado a essa corrente teórica.

necessita da assistência de um par mais experiente ou um adulto. Quando este processo mental é alcançado, a criança encontra-se novamente em um nível de desenvolvimento real (Vygotsky, 1998).

A relação entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial, remete, segundo Vygotsky (1998), à necessidade de avaliação do que a criança pode fazer hoje e o que ela tem potencial de fazer sozinha amanhã para definir o verdadeiro desenvolvimento mental do indivíduo. Desta relação surge um conceito fundamental na teoria de Vygotsky, o conceito de zona de desenvolvimento proximal:

A zona de desenvolvimento proximal define funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadureceram, mas que estão presentemente em estado embrionário. Essas funções poderiam ser denominadas “brotos” do desenvolvimento e não “frutos” do desenvolvimento (VYGOTSKY, 1998, 112).

Nota-se, portanto, a importância que é dada por Vygotsky ao processo sócio-histórico na efetivação do desenvolvimento humano, visto que sem interação os indivíduos não conseguem desenvolver as funções cognitivas superiores, como a fala, por exemplo, mesmo que haja maturidade biológica para tal. As análises de Vygotsky em trabalhos de outros pesquisadores que estudam o desenvolvimento dos animais superiores em comparação ao do homem, ressalta fortemente esse fato (VYGOTSKY, 1998).

O conceito de zona de desenvolvimento proximal leva à proposição de que o “bom aprendiz é somente aquele que se adianta ao desenvolvimento” (VYGOTSKY, 1998, p.177). Esta afirmação levanta a importância da escola como mediadora do processo de aprendizagem através dos procedimentos executados cotidianamente, que auxiliam com que o aluno saia da zona de desenvolvimento proximal e alcance o nível de desenvolvimento real. Vygotsky (1998) elucida que o aprendiz que está na zona de desenvolvimento proximal pode estar em outro momento na zona de desenvolvimento real se houver a mediação de companheiros mais experientes, de pares mais avançados. O professor então, além de elaborar a atividade de estudo, ele participa também como o companheiro mais experiente, como o par avançado, que desenvolve instrumentos baseados naquilo que o aluno já domina (nível de desenvolvimento real) para ajudá-lo a desenvolver algo que já estava latente. (OLIVEIRA, 1993).

Assim, o professor que vai elaborar a atividade de estudo na perspectiva do ensino desenvolvimental, precisa ficar atento para uma correta organização desta. É preciso compreender a zona de desenvolvimento real dos estudantes, perceber o conhecimento empírico que estes já possuem e proporcionar meios para que formem o conhecimento teórico. Então, a escola é um espaço formal que possibilita a internalização e posterior

apropriação dos conceitos científicos. Concorde-se com Libâneo (2012), que a escola deve ter como finalidade principal, o desenvolvimento intelectual, a formação humana integral e preparar os alunos para atuar na sociedade, interferindo e propondo soluções para os problemas cotidianos.

1.2 AS FUNÇÕES PSICOLÓGICAS SUPERIORES CONFORME LURIA

Luria (1902 - 1977) foi um dos colaboradores de Vygotsky em suas pesquisas e concentrou seus trabalhos no estudo das funções psicológicas relacionadas ao sistema nervoso central. Luria e Vygotsky, trabalhavam com a concepção de que os processos psicológicos superiores humanos são mediados pela linguagem e estruturados em sistemas funcionais, dinâmicos e historicamente mutáveis (OLIVEIRA, 1993).

Luria, assim como Vygotsky, procurou conhecer a influência da cultura no desenvolvimento das atividades mentais superiores, para tanto, desenvolveu pesquisas em áreas rurais da Ásia Central. Esta região na época, embora isolada e atrasada, vivenciava um rápido processo de transformações sociais pós-revolução socialista. Estavam no período de transição de uma vida mais arcaica e pouco escolarizada para outra mais escolarizada e com processos de produção mais eficientes e tecnológicos. Este fato tornou as pesquisas comparativas extremamente auspiciosas, pois a abordagem focava no desenvolvimento psicológico do indivíduo, nas quais Luria se interessava (OLIVEIRA, 1993).

Tanto Luria quanto Vygotsky consideravam que a atividade consciente do homem é única, quando comparada aos outros animais e Luria destaca três traços fundamentais de diferenciação do ser humano em relação aos demais animais, conforme descritos a seguir.

Como primeiro traço, Luria explica que a atividade consciente do homem não é obrigatoriamente dirigida pela imposição biológica, como geralmente acontece com os animais (LURIA, 1979). O homem possui necessidades em sua maioria direcionadas pelo intelecto, que podem inclusive entrar em conflito e sobrepujar-se às necessidades biológicas (LURIA, 1979).

O segundo traço está relacionado à capacidade que o homem tem de interagir com o meio de forma abstrata e não somente através das impressões diretas captadas pelos sentidos (LURIA, 1979). Luria define da seguinte forma esta característica:

A atividade consciente do homem não pode tomar como orientação a impressão imediata da situação exterior e sim um conhecimento mais profundo das leis interiores dessa situação, razão por que há todo fundamento para afirmar-se que o comportamento humano, baseado no reconhecimento da necessidade, é livre (LURIA, 1979, p. 79).

O terceiro traço se refere ao fato de que o homem desenvolve uma atividade consciente, diferentemente do animal que se comporta essencialmente como determinado por sua programação genética e de acordo com a sua experiência individual (LURIA, 1979). O ser humano desenvolve sua atividade consciente também como resultado da “assimilação da experiência de toda a humanidade” que se constrói através da interação social no decorrer de sua história (LURIA, 1979, p.73).

Nessa perspectiva, a aprendizagem humana ocorre, conforme a concepção marxista da teoria Histórico-Cultural, como já abordado, na relação histórico-social da atividade humana consciente. Portanto, o homem tem uma atividade consciente e é essa característica que o distingue dos demais animais, que se expressa através do uso de instrumentos e signos, por exemplo, conforme descrito por Vygotsky (1998) e também considerado por Luria (1979). Estes autores destacam que a atividade consciente utilizada pelo homem na produção de instrumentos com o objetivo de ampliar sua relação com o meio, provocou uma mudança radical na estrutura do seu comportamento. Enquanto a atividade animal visa a resolução imediata de suas necessidades biológicas, a atividade humana é premeditada e muitas vezes visa um resultado futuro e sem relação com uma necessidade biológica, mesmo que vital (LURIA, 1979).

Portanto, Luria defende que a atividade consciente do homem acontece independente de pressões genética e biológicas, sendo fruto de novas formas histórico-sociais de atividade-trabalho. Um exemplo seria o desenvolvimento e uso da linguagem, que muitas teorias atribuem a uma origem divina ou mesmo resultado natural da evolução do homem enquanto animal, e que Luria, por sua vez, relaciona à necessidade que a vida social impõe ao ser humano de transmissão de significado de objetos, ação necessária para a realização do trabalho conjunto. Aqui é possível identificar, também, a relação entre os dois principais fatores responsáveis pela formação da consciência, a linguagem e o trabalho (LURIA, 1979).

1.3 A ATIVIDADE HUMANA COMO INSTRUMENTO DE MEDIAÇÃO COM O MUNDO: A CONTRIBUIÇÃO DE LEONTIEV

Vygotsky, amparado pelas concepções de Marx, considera que a atividade humana, mediada por meio de instrumentos, possibilita a interação com o meio e, conseqüentemente, sua transformação. E essa relação tem sua principal representação no trabalho, construído historicamente na relação com os grupos sociais. Leontiev (1903 - 1979), um dos principais colaboradores de Vygotsky, aprofundou o estudo dessa relação do homem com o mundo

através do trabalho, descrevendo o processo e suas implicações no que resultou na denominada teoria da atividade (OLIVEIRA, 1993).

Fundamentando as bases dos seus estudos do Materialismo Histórico Dialético, Leontiev (1961) reconhece que o trabalho é a principal atividade humana e que este influencia sobremaneira no desenvolvimento psíquico humano. Marx (2013) considera o trabalho como uma relação do homem com a natureza:

Antes de tudo, o trabalho é um processo de quem participam o homem e a natureza, processo em que o ser humano, com sua própria ação, impulsiona, regula e controla seu intercâmbio material com a natureza. Defronta-se com a natureza como uma de suas forças naturais de seu corpo, braços e pernas, cabeça e mãos, a fim de apropriar-se dos recursos da natureza, imprimindo-lhes forma útil à vida humana. Atuando assim sobre a natureza extrema e modificando-a, ao mesmo tempo modifica a sua própria vida (MARX, 2013, p.202).

Para Marx (2013), esta relação é dialética, pois enquanto o homem modifica a natureza, é também modificado por ela, à medida que imprime uma forma útil desta natureza, na vida humana. Segundo Leontiev (1961) mesmo o trabalho sendo a principal atividade humana, a razão do desenvolvimento desta atividade é primordialmente a satisfação de uma necessidade. As necessidades são inerentes ao ser vivo, pois são a expressão das suas exigências de sobrevivência, portanto, refletem uma manifestação natural da qual nenhum ser vivo está isento e são os motivos da atividade (LEONTIEV, 1961).

Embora as necessidades sejam a razão para a atividade, elas por si só não são suficientes para impulsionar o organismo a mudar o seu estado. Leontiev explica que é necessária uma excitabilidade, provocada por um estímulo, para que o organismo procure mudar o seu estado interno, o que impulsiona a realização de uma atividade para tal (LEONTIEV, 1961).

Para descrever as características gerais que são comuns às necessidades de todos os organismos superiores, Leontiev (1961) define quatro traços: a) Toda necessidade tem um objetivo. Esse autor assegura que o objetivo é quem define a natureza da necessidade e as ações necessárias para satisfazê-la; b) Toda necessidade adquire um conteúdo concreto, conforme as condições externas às quais o sujeito está exposto; c) Certas necessidades tendem a se repetir, sendo que algumas o fazem e atendem a determinados intervalos e ciclos periódicos; d) Este traço é considerado o mais geral de todas as necessidades por Leontiev e defende o desenvolvimento das necessidades, de forma a possibilitar a ampliação dos objetos e dos meios de satisfação das mesmas

Leontiev explica que o homem possui necessidades existenciais físicas assim como os demais animais superiores, contudo, diferentes pela forma de satisfação dessas necessidades e pelos objetos que as possibilitam. Essa diferenciação é devido ao aspecto social característico

do ser humano, visto que os objetos que possibilitam ao homem satisfazer suas necessidades não precisam ser estritamente naturais, como acontece com os demais animais, o homem tem capacidade de criá-los a partir do seu trabalho (LEONTIEV, 1961).

As necessidades exclusivas do homem, que Leontiev chama de necessidades materiais superiores e necessidades espirituais, foram sendo construídas no convívio social e transmitidas historicamente através das gerações e sofrem inovações no curso do desenvolvimento histórico-social da humanidade tal (LEONTIEV, 1961). São agentes estimuladores das necessidades os desejos e tendências, mas não são por si só suficientes para impulsionar o indivíduo para a atividade, o que será necessário surgir o objetivo para lhe dar norte e concretizar a ação e Leontiev chama esse agente efetivador da atividade de motivo da atividade (LEONTIEV, 1961).

Os motivos são ainda classificados pelo pesquisador conforme o tipo de necessidade correspondente, pela forma de manifestação do seu conteúdo e sua eficácia. Leontiev aponta, que determinado gênero de motivo, pode resultar numa ação efêmera e objetiva (motivo particular e estreito), enquanto outros promovem resultados duradouros e constantes (motivo geral e amplo).

Um exemplo dado por Leontiev é o do motivo da atividade de estudo do aluno, quando o aluno estuda motivado pela ameaça de um castigo ou prêmio ele se esforça somente para atender à demanda momentânea que o impele à atividade, quando alcançado o objetivo, cessa o motivo que o impele e, portanto, a atividade. Caso o motivo do aluno seja adquirir uma formação cultural ou uma colocação futura no mercado de trabalho, o motivo será geral e amplo, inclusive estimulado por motivos complementares necessários para alcançar o motivo principal e definidos conforme o contexto social do indivíduo (LEONTIEV, 1961).

Outro componente necessário para o desenvolvimento da atividade, na opinião de Leontiev, é o interesse. Ele define a prioridade com que as funções cognitivas se concentram em determinado objeto conforme as necessidades do indivíduo. Sem o interesse não há estímulo para a criação de alternativas que alcancem os fins.

Leontiev confirma que para haver aprendizagem, por exemplo, é fundamental a existência do interesse que despertará os motivos para se desenvolver a atividade de estudo. O despertar do interesse deve ser a meta primária do professor para criar significados do que se ensina ao aluno e engendrar neste a necessidade e o motivo de aprender.

1.4 A TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL DE DAVYDOV

Vasily Vasilyevich Davydov foi um pesquisador russo nascido em Moscou, em 1930 e falecido em 1998, em Kagalum, na Rússia. Davydov pertencia a terceira geração de pesquisadores da teoria histórico-cultural fundada por Vygotsky e se destacou por sua teoria de ensino-aprendizagem que evidencia a importância da educação e do ensino no desenvolvimento dos estudantes (LIBÂNEO; FREITAS, 2013).

Davydov desenvolveu estudos experimentais em escolas russas, com crianças em idade escolar, para prosseguir na análise das ideias de Vygotsky de que o aprendizado ativa sistemas de desenvolvimento cognitivo por meio dos processos de colaboração e relação entre os indivíduos. Davydov (1988), fundamentando sua teoria em Vygotsky, considera que as características comportamentais essencialmente humanas não são uma predisposição biológica e sim resultado do relacionamento social, historicamente desenvolvido, assimilado e transmitido (LIBÂNEO; FREITAS, 2013).

Sintetizando as ideias de Vygotsky e colaboradores, principalmente de Elkonin seu principal mentor no campo de estudo da psicologia, Davydov concebeu sua teoria do ensino desenvolvimental, que evidencia a relação direta entre educação e desenvolvimento e a dependência desse processo de desenvolvimento da convivência social (LIBÂNEO; FREITAS, 2013).

Davydov (1988) elucida que a educação precede o desenvolvimento mental do ser humano. Ele considera possível que haja um processo de ensino-aprendizagem que seja voltado para o desenvolvimento humano, ou seja, que o ensino desenvolvimental, pode ser capaz de proporcionar o desenvolvimento das capacidades cognitivas do indivíduo, desenvolvendo nele qualidades mentais que não existiam anteriormente.

Concorda-se com Davydov (1988) de que é possível propor um ensino voltado para o aprimoramento das qualidades mentais do ser humano, com vistas no seu desenvolvimento. Assim, este trabalho visa propor um experimento didático que aborde o conceito célula para alunos do primeiro ano do Ensino Médio, objetivando a promoção do pensamento teórico por meio da formação de conceitos. Então, esta proposta está ancorada nos preceitos do ensino e educação desenvolvimental de Davydov, e suas ideias centrais. A seguir destaca-se os principais conceitos que representam a estrutura da teoria do ensino desenvolvimental, na qual a pesquisa se fundamenta.

1.4.1 O conceito de atividade

A filosofia dialética materialista influenciou fortemente a psicologia contemporânea, sobretudo na estruturação da psicologia histórico-cultural desenvolvida por Vygotsky. Como já abordado neste estudo, Vygotsky considera que a atividade é o elemento mediador entre o homem e o meio, ocorrendo primeiramente pela interação social com o grupo e posteriormente internalizada por meio das funções cognitivas superiores (VYGOTSKY, 1998).

Para Davydov (1988) o conceito filosófico-pedagógico de atividade remete ao processo de transformação criativa que os indivíduos fazem da sua realidade e, conseqüentemente, de si mesmos. A representação principal desta atividade é o trabalho, e derivam todas as representações da atividade humana (DAVYDOV, 1999). Davydov (1988, p.28) argumenta ainda que “a atividade é a substância da consciência humana” e se desenvolve essencialmente pela interação social.

A partir dos estudos de Leontiev, para Davydov a atividade é dirigida a algo ao qual o sujeito se relaciona. O que possibilita desenvolver uma característica objetual, não sendo necessariamente um objeto material, mas algo para qual a ação é dirigida. Pode ser até mesmo uma representação do mundo real, mas que desperta uma necessidade a qual o sujeito busca saciar (DAVYDOV, 1988). Davydov destaca os componentes que Leontiev determina para a formação estrutural da atividade: as necessidades e os motivos, os objetivos, as condições e meios de seu alcance, as ações e operações.

De acordo com Davydov (1988), a atividade não acontece no sujeito de forma aleatória, pois está fundamentalmente relacionada a uma necessidade. A falta de alguma coisa impulsiona o indivíduo à ação, na busca para alcançar o objeto do anseio. Neste processo, primeiramente ocorrerá a atividade humana externa, correspondente à atividade objetual. Nesta atividade o sujeito interage com o objeto no plano material e posteriormente ocorre a atividade humana interna, que acontecerá no plano interno da consciência. Esta dinâmica não ocorre necessariamente em um sentido único, do plano interno para o externo, por exemplo, mas pode se dar pela transição de uma forma de atividade para outra (DAVYDOV, 1988; LEONTIEV, 1978). Davydov destaca essa dinâmica através das observações de Leontiev.

Leontiev via como a principal reciprocidade entre a estrutura da atividade externa e da atividade interna o fato de que ambas fazem a mediação das inter-relações entre o homem e o mundo. De acordo com Leontiev, o principal argumento de comprovação do caráter comum dessas duas formas de atividade é a possibilidade de transição de uma forma de atividade para outra. Ele chamou a atenção para a “interiorização” da atividade externa assim como para as transições que ocorrem na direção oposta, ou seja, da atividade interna para a externa (DAVYDOV, 1988, p. 31).

Davydov destaca a estrutura psicológica da atividade desenvolvida por Leontiev e pelos estudiosos de suas teorias.

Os trabalhos publicados por Leontiev e pelos representantes de sua escola científica examinam a estrutura psicológica da atividade de uma maneira razoavelmente completa e detalhada. Conforme esses estudiosos, a atividade unitária consiste dos seguintes componentes: necessidade \leftrightarrow motivo \leftrightarrow finalidade \leftrightarrow condições para obter a finalidade (a unidade entre finalidade e as condições conformam a tarefa) e os componentes correlatos com aqueles: atividade \leftrightarrow ação \leftrightarrow operações (DAVYDOV, 1988, p. 32).

Como observado acima, toda atividade tem início com o surgimento no indivíduo de uma necessidade, cuja finalidade será representada no plano mental interno de ações possíveis que irão ser direcionadas à satisfação dessa necessidade.

Segundo Davydov (1988), durante o processo de apropriação das formas culturais, as crianças desenvolvem uma atividade própria, conforme a interação destas com o seu meio social. O autor reforça que esse processo sofre uma periodização, na qual cada faixa etária desenvolve uma atividade principal específica que acontece em um período de vida também específico (DAVYDOV, 1988).

Este processo de periodização foi objeto de estudo de Vygotsky, mas, sobretudo dos trabalhos de Leontiev e Elkonin. Esses autores explicam que a atividade principal específica que as crianças desenvolvem em determinado estágio do seu desenvolvimento são majoritariamente, a forma com a qual interagem com sua realidade e que esse processo desencadeia novas formas de interpretação e mediação com o mundo, de modo a permitir o desenvolvimento de suas capacidades mentais (FACCI, 2004).

Davydov (1988) descreve o processo de periodização nas seguintes etapas: a) A comunicação emocional direta com os adultos, que o bebê se expressa emocionalmente e demonstra sua necessidade de interação com os componentes do seu meio social; b) A atividade objetual-manipuladora, na qual ocorre a capacidade de reprodução pela criança de procedimentos culturais elaborados historicamente e inicia a comunicação verbal. É neste período que a criança começa a categorizar os objetos ao seu redor utilizar determinadas ferramentas de expressão; c) A atividade de jogo é a etapa, que são desenvolvidos a imaginação, simbolismo e a racionalização dos sentimentos; d) A atividade de estudo é o período, que se apresentam a capacidade de teorizar e o raciocínio. Neste momento as crianças conseguem perceber as necessidades e os motivos para a atividade e geralmente estão em idade escolar; e) A atividade socialmente útil, período em que o indivíduo se insere nos variados grupos sociais desempenhando atividades socialmente úteis, entendendo as regras sociais de comportamento e convivência e desenvolvendo sua autoconsciência; f) O estudo e formação profissional é a etapa que o indivíduo, já entre quinze e dezoito anos, se encontra

geralmente no final da educação básica e desenvolve a necessidade pelo trabalho e pela constituição familiar e, neste período os conceitos morais e éticos já se constituíram.

É possível perceber, conforme descrito anteriormente, que o aprimoramento cognitivo está estreitamente relacionado às tarefas sociais que são características e relevantes em cada estágio da vida do indivíduo, embora muitas dessas atividades se repitam em mais de uma etapa. Crianças em idade cujo estudo é a principal atividade, também desenvolvem brincadeiras, contudo, essas não são as ações que estimulam as mudanças psicológicas fundamentais para o período, o conteúdo objetual é outro (DAVYDOV, 1988; LIBÂNEO, 2004b).

1.4.2 O pensamento humano e a atividade prática

Na teoria materialista dialética, a formação do pensamento representa o objetivo da atividade humana. Quando um homem pensa isoladamente, ele está se apropriando e reproduzindo aquilo que foi historicamente formado pela sociedade (DAVYDOV, 1988).

Davydov define o pensamento como:

A transformação do projeto da coisa, apoiado na experiência de suas transformações práticas, gera esse tipo de atividade subjetiva do homem que em filosofia se chama *pensamento*. "Pensar significa inventar, construir 'na mente' o projeto idealizado (correspondente à finalidade da atividade, a sua ideia) do objeto real que deve ser o resultado do processo laboral pressuposto... Pensar significa transformar, em correspondência com o projeto ideal e o esquema idealizado da atividade, a imagem inicial do objeto de trabalho em um outro objeto idealizado" (DAVYDOV, 1988, p.123).

Assim, o pensamento é uma atividade subjetiva típica do homem, que ele consegue sobrepor às qualidades imediatistas do objeto e transformá-lo abstratamente no plano mental de acordo com a finalidade de sua necessidade. Considerando que a atividade objetual-prática, representada pelo trabalho, é a principal atividade humana e a base de todo o seu conhecimento, Davydov defende que a análise do desenvolvimento da atividade prática pode explicitar a origem e a natureza do pensamento (DAVYDOV, 1988).

Quando o homem, na sua atividade prática, transforma a natureza, ele está superando sua imediatez e identificando não somente suas propriedades externas, mas determinando suas conexões internas que podem ser modificadas/adaptadas para um fim prático de acordo com as necessidades do indivíduo. Ocorre um movimento em que o objeto adquire uma existência mediatizada que evidencia suas conexões internas essenciais. Esse processo é reproduzido inúmeras vezes e transmitido historicamente através de modelos e padrões no convívio social (DAVYDOV, 1988).

Davydov aponta que, desde o início do surgimento das sociedades humanas, o processo de mediatização e idealização da realidade está vinculado à atividade prática humana. O processo de aquisição do conhecimento é uma representação idealizada de aspectos da vida material que foram adquiridos por meio da percepção sensorial e expressos por meio de sistemas semióticos verbais e materiais. As representações verbais capacitam o homem a designar atribuições aos objetos. As atribuições particulares podem ser expressas por uma palavra que reúna essa série de atributos de um grupo de objetos em uma determinação geral. É o que Davydov chama de formação de representações gerais ou generalização (DAVYDOV, 1988).

Para Davydov (1988), as representações gerais são imprescindíveis para a formação do pensamento no homem. A verbalização das características dos objetos, adquiridas através da experiência sensorial, é uma parte do processo de internalização que é a transformação deste conteúdo externo e imediato do objeto em uma forma universal abstrata. A cada experiência do indivíduo, este, por meio das representações gerais, universaliza determinadas ações e conceitos que possibilita o incremento do raciocínio, ou seja, do pensamento (DAVYDOV, 1988).

O processo de repetição da abstração que desencadeia as representações gerais, a universalidade, é considerado uma das características do pensamento empírico por Davydov.

Assim, a formação das representações gerais, diretamente enlaçadas com a atividade prática, cria as condições indispensáveis para realizar a complexa atividade espiritual que habitualmente se chama pensamento. Para este, são características a formação e utilização das palavras-denominações que permitem dar à experiência sensorial a forma de universalidade abstrata. Graças a essa forma se pode generalizar a experiência nos juízos, utilizá-la nos raciocínios. Tal universalidade, baseada no princípio da repetibilidade abstrata, constitui uma das particularidades do pensamento empírico. Este se constitui como forma transformada e expressada verbalmente da atividade dos órgãos dos sentidos, enlaçada com a vida real; é o derivado direto da atividade objetual-sensorial das pessoas (DAVYDOV, 1988, p.125).

Dessa forma, o pensamento empírico remete à representação direta e imediata da realidade captada pelos sentidos e expressa pelo indivíduo verbalmente. Como define Davydov (1988, p.125) “é o derivado direto da atividade objetual sensorial das pessoas”.

Davydov (1988, p.126) destaca que a lógica formal tradicional define como formação de conceito a todo processo de verbalização da universalidade abstrata que ocorre durante a formação do pensamento empírico, ou seja, é um tipo de conhecimento (empírico) que revela a imediatez e as características externas do objeto, logo, é “a assimilação do aspecto da realidade descrito pela categoria existência”.

É por meio do pensamento empírico que o homem constrói as categorias discriminatórias e classificatórias dos objetos e descobre as relações entre suas propriedades,

mesmo as observáveis somente através da dedução indireta. Embora o pensamento empírico esteja diretamente relacionado à aquisição e tratamento dos dados sensoriais, não pode ser isolado no processo de construção do conhecimento como uma etapa inicial que posteriormente dará lugar à etapa de efetivação do conhecimento teórico. Pelo contrário, ambos os processos se entrelaçam durante todas as etapas da formação do processo cognoscitivo, sendo o pensamento empírico o ponto de partida para levar o indivíduo ao pensamento teórico.

Em relação ao pensamento teórico, Davydov afirma:

O conteúdo específico do pensamento teórico é a existência mediatizada, refletida, essencial. O pensamento teórico é o processo de idealização de um dos aspectos da atividade objetual-prática, a reprodução, nela, das formas universais das coisas. Tal reprodução tem lugar na atividade laboral das pessoas como experimentação objetual sensorial peculiar. Depois, este experimento adquire cada vez mais um caráter cognoscitivo, permitindo às pessoas passar, com o tempo, aos experimentos realizados mentalmente (DAVYDOV, 1988, p.127).

Enquanto o pensamento empírico expressa as características diretas e externas do objeto durante o processo cognoscitivo, o pensamento teórico reproduz sua existência mediatizada e interna. O pensamento teórico trabalha com conceitos formados durante o processo de experimentação mental desenvolvido na atividade laboral. O processo de experimentação mental envolve a revelação das características essenciais do objeto, transformações mentais que resultarão na abstração e idealização do objeto real, cujas conexões internas são reveladas. Essa atividade mental constitui a formação de conceitos.

Assim, Davydov (1988) define o processo de formação de conceitos embasado em Lenin e Hegel:

Ter um conceito sobre um objeto significa saber reproduzir mentalmente seu conteúdo, construí-lo. A ação mental de construção e transformação do objeto constitui o ato de sua compreensão e explicação, a descoberta de sua essência. V. I. Lenin assinalou como correta a seguinte tese de Hegel: “entendê-lo (o movimento — V.D.) significa expressar sua essência em forma de conceito”. Tendo explicado essa tese, mais adiante V. I. Lenin a repete, mas já em forma generalizada: “Entender significa expressar em forma de conceitos”. Esta tese, em nossa opinião, conserva, do mesmo modo, seu sentido na seguinte formulação: expressar o objeto em forma de conceito significa compreender sua essência (DAVYDOV, 1988, p.128).

Davydov (1988) defende que na construção do conceito, existe uma tendência idealizadora, que seria a exclusão dos detalhes sem importâncias captadas do objeto restando somente suas características essenciais que definiriam o seu conceito. Essa essência captada do objeto que pode ser revelada é expressa por meio de símbolos que mediatizam sua existência e fazem a transição da sua representação teórica para a real.

Diante do exposto, vale ressaltar que o pensamento empírico resulta do que o homem observa por meio dos sentidos e descreve verbalmente. Neste processo, as características

recorrentes são utilizadas como meio de classificação e distinção entre os objetos. Por isso, essa observação permite representações gerais que possibilitam e se limitam a descrição, catalogação, exposição e esquematização dos objetos conforme suas características externas.

No pensamento teórico, diferentemente do pensamento empírico, que analisa o objeto na sua existência presente, a observação do objeto se dá em um nível de correlação mental do que é observável empiricamente no presente com o passado e com as potencialidades futuras. Esse processo representa a mediatização, que preconiza a união das diferenças e suas particularidades, no geral. Davydov define a função específica do conceito teórico.

Em consequência, como conteúdo específico do conceito teórico aparece a relação objetiva do universal e o particular (o total e a parte). Neste conceito, diferentemente do conceito empírico, não está incluído algo que seja igual em cada objeto da classe e sim aquilo que revela as inter-relações de objetos isolados dentro do todo, dentro do sistema de sua formação (DAVYDOV, 1988, p.133).

A esse processo que integra as singularidades do objeto captando suas relações internas, denomina-se no materialismo dialético de concreto pensado.

Portanto, como discutido até o momento, o pensamento teórico não se separa do pensamento empírico, pelo contrário, se mesclam. A partir da realidade captada de forma sensorial ocorre sua idealização, como diz Davydov (1988, p.133) primeiramente “na forma de experimento cognitivo objetual-prático e posteriormente, na forma de experimento mental conceitual”. Para melhor detalhamento desse processo, será discutido no próximo tópico.

1.4.2.1 *O processo de ascensão do abstrato ao concreto pensado*

De acordo com Kopnin (1978), na lógica dialética marxista, a assimilação do concreto e sua reprodução intelectual ocorrem por meio do processo de ascensão do abstrato ao concreto. Kopnin apresenta ainda a definição de concreto e abstrato de acordo com o materialismo histórico:

O abstrato e o concreto são categorias da dialética materialista elaboradas para refletir a mudança da imagem cognitiva tanto no que concerne à multilateralidade da abrangência do objeto nessa imagem quanto à profundidade da penetração na essência dele. Eles expressam as leis da mudança que se opera no conteúdo do conhecimento ao longo de toda sua evolução [...] (KOPNIN, 1978, p. 154).

Davydov (1988, p. 142) elucida que a ascensão do abstrato ao concreto é o processo que permite “a reprodução teórica do concreto real como unidade do diverso”. O autor acrescenta que o concreto real, no início da formação do pensamento, é dado pela atividade sensorial, através da contemplação e da representação, que são formas específicas de apreender o objeto no seu todo e identificar nele as conexões que conduzem à universalidade.

Embora estas características específicas da atividade sensorial não consigam estabelecer as conexões internas do objeto.

É através do pensamento teórico que aquilo que foi apreendido pela contemplação e representação, é transformado em conceito e através disso, reproduzido em um sistema de conexões internas que vão originar o concreto pensado (DAVYDOV, 1988).

A reprodução do movimento descrito acima é expressa por meio das definições abstratas, mais precisamente de um tipo específico de abstração que ele caracteriza apresentar três propriedades fundamentais:

Para reproduzir o concreto, é indispensável uma abstração inicial à qual sejam inerentes propriedades características. Em primeiro lugar, o conteúdo desta abstração deve corresponder à conexão historicamente simples do sistema integral, o qual em sua desmembração representa o concreto (os termos "conexão" e "sistema integral" designam objetos de análise lógica e caracterizam quaisquer relações e sistemas reais). Em segundo lugar, no conteúdo desta abstração, devem estar refletidas as contradições da conexão simples do sistema, com cuja resolução este se converte em desmembrado (dividido). Em terceiro lugar, o conteúdo desta abstração deve refletir não só a conexão simples, mas também essencial do sistema estudado, cujo desmembramento sujeito à lei assegura, junto com isso, a unidade dos distintos componentes relativamente autônomos do sistema integral. As propriedades da abstração podem ser resumidamente definidas assim: é a conexão historicamente simples, contraditória e essencial do concreto reproduzido (DAVYDOV, 1988, p.143).

Durante a etapa da abstração, o indivíduo consegue agregar características essenciais e identificadoras dos objetos que estão em categorias ou classes comuns. Essa classificação leva à formação de um parâmetro que a mesma ação ou pensamento pode ser utilizado novamente em situações novas, mas com objetos de classe semelhantes. Esse processo representa o desenvolvimento da formação do conceito empírico (FREITAS, 2016).

O processo de abstração que permite a reprodução do concreto tem a particularidade de expressar seu aspecto geral e de sua essência em conexão com seus aspectos específicos, distintos, é o que se denomina de concreto pensado (FREITAS, 2016). Davydov (1988, p.145) designa esse movimento como a determinação da "célula".

A determinação do singular e do universal está intimamente ligada à natureza das abstrações. A lógica dialética considera que fora da cabeça do sujeito cognoscente existem coisas e fenômenos singulares, particulares, que aparecem como produtos e aspectos do desenvolvimento de certa concretude. A base deste processo é a relação objetual absolutamente real, sensório-perceptível, a "célula" desta concretude. E ainda que exista em uma forma totalmente específica de relação objetual, ao mesmo tempo esta "célula" tem as qualidades da forma abstrata universal, que determina o surgimento e o desenvolvimento de outros fenômenos peculiares e singulares dentro de determinado todo. Por exemplo, a definição universal do valor em *O capital* de K. Marx coincide com a peculiaridade característica da troca mercantil simples (direta), portanto estas peculiaridades servem exatamente de fundamento genético de "célula" de todos os diferentes tipos de valor.

Para Davydov, a recriação do concreto, denominado de concreto pensado, ocorre pela determinação da abstração inicial ou da célula do objeto, ou seja, a essência do todo. Esse

processo ocorre durante o movimento do abstrato ao concreto e caracteriza o pensamento teórico.

Assim o pensamento teórico se realiza em duas formas fundamentais: 1) pela análise dos dados reais e sua generalização separa-se a abstração substantiva, que estabelece a essência do objeto concreto estudado e que se expressa no conceito de sua “célula”; 2) depois, pelo caminho da revelação das contradições nesta “célula” e da determinação do procedimento para sua solução prática, segue a ascensão a partir da essência abstrata e da relação universal não desmembrada, até a unidade dos aspectos diversos do todo em desenvolvimento, ao concreto (DAVYDOV, 1988, p.143).

O pensamento empírico avalia as características externas do objeto e remete ao desenvolvimento da capacidade de classificar e descrever, mas não deve ser o momento final do processo de aquisição do conhecimento, mas sim a etapa que subsidiará a formação do pensamento teórico, esse sim capaz de revelar as características essenciais internas do objeto e suas contradições.

Logo, Davydov defende uma forma de organização do ensino que propicie a formação de conhecimentos e habilidades que levem o indivíduo a uma transformação criativa da sua realidade e aponta a atividade de estudo como forma para alcançar essa transformação (DAVYDOV, 1999).

1.4.3 A importância da atividade de estudo

A atividade de estudo é de extrema importância, pois é um fundamento da teoria histórico-cultural no qual a interação do homem com a natureza se dá por meio de uma atividade mediada através de instrumentos e signos (VYGOTSKY, 1998). De acordo com Leontiev (2005), as realizações humanas são estabelecidas e transmitidas entre as gerações de modo específico e externo, sendo uma forma de acumulação de experiências que acontecem em função do desenvolvimento histórico e social do homem e que essa forma de acumulação de experiência filogenética, ocorre porque a atividade produtiva, o trabalho, é a forma particular de atividade desenvolvida pelo homem.

Em consonância ao exposto, para Libâneo (1992) uma política de desenvolvimento da educação que consiga englobar a todos de modo democrático, deve levar em consideração o elemento principal pelo qual a escola existe, que é a atividade de aprendizagem, subsidiada pelo pensamento teórico e relacionada ao motivo dos alunos.

O destaque para a atividade de aprendizagem não se apresenta ao acaso, a atividade de estudo é a principal atividade dos indivíduos em idade escolar, contudo, percebe-se atualmente nas escolas que nem sempre os alunos estão realizando essa atividade em sala,

visto que os componentes gerais que integram a atividade de estudo, normalmente, não são contemplados durante o processo (DAVYDOV, 1999).

Leontiev define os componentes gerais que compõem a atividade humana, são eles: as necessidades, os motivos, os objetivos, as condições e meios de seu alcance, as ações e operações (LEONTIEV, 1978). Davydov (1999) complementa com o fato de que a atividade sempre tem um caráter objetal.

Uma particularidade importante da atividade consiste em que ela está sempre, explícita ou implicitamente, orientada a um objeto. Isto implica que todos os seus componentes têm, de um ou outro modo, um conteúdo dirigido a um objeto (objetal) e que ela própria está obrigatoriamente dirigida para a edificação criativa de um produto material ou espiritual determinado (assim, por exemplo, graças à atividade do trabalhador se edificam máquinas e edifícios reais, enquanto na atividade do escritor e do pintor se criam obras de arte, etc.) (DAVYDOV, 1999, p.1).

Para Davydov, a atividade de estudo tem todos esses componentes citados, mas se diferencia de qualquer outra atividade, além de obrigatoriamente apresentar o princípio criativo ou transformador do objeto. Acrescentam ainda outro componente aos já definidos por Leontiev, o desejo, como núcleo de toda necessidade. (LIBÂNEO, 2004a; DAVYDOV, 1999). A atividade de estudo provoca uma mudança na relação das crianças com os adultos pois passam a desenvolver uma atividade valorizada socialmente. A criança está deixando o período do desenvolvimento que o jogo é a principal atividade e substituindo pelo estudo. Neste momento é importante o direcionamento da família e da escola para que a nova atividade principal seja valorizada e tenha a característica de conteúdo objetal (ASBAHR, 2016).

Conforme Davydov, o perfil de periodização da infância pesquisado por Vygotsky, Leontiev e Elkonin, mostra que as crianças na faixa etária entre seis e dez anos de idade, têm como principal atividade específica a atividade de estudo. Completa ainda que nesse período surgem a consciência teórica, o raciocínio e as necessidades e motivos da aprendizagem são desenvolvidos (DAVYDOV, 1988).

É durante o processo de ensino e aprendizagem, que acontece em sala de aula, que a criança reproduz o conhecimento e as habilidades incorporados na vida social e construídos historicamente, o que poderá propiciar à criança desenvolver o pensamento teórico através dos processos de abstração, generalização e elaboração de conceitos teóricos (DAVYDOV, 1988).

Os processos de generalização são particularmente importantes na atividade de estudo, visto que a generalização é um dos principais componentes da formação do pensamento humano. Para Davydov:

O termo "generalização" aparece frequentemente na literatura psicológica, didática e sobre métodos de ensino. O processo de generalização consiste em que a criança, por meio da comparação, separa do grupo de objetos algumas propriedades

(qualidades) repetidas. Para os trabalhos psico-didáticos é típica a seguinte afirmação: "(...) realiza-se generalização, isto é, se reconhecem como comuns as qualidades parecidas em todos os objetos do mesmo tipo ou classe" (DAVYDOV, 1988, p.104).

O autor utiliza a expressão “invariante” para definir propriedades comuns apresentadas por um grupo de objetos quando comparados, e a identificação desse determinado invariante é que representa o desenvolvimento da capacidade de generalização por parte da criança, finalidade que é um dos principais objetivos do processo de formação de conceitos (DAVYDOV, 1982).

Davydov (1988) defende que a generalização deve ser considerada em uma relação direta com o processo de abstração. Quando o indivíduo consegue generalizar uma determinada qualidade que identifica e ao mesmo tempo separa um grupo de objetos de outros, ele elabora uma representação mental dessa qualidade que pode ser então verbalizada. Ocorre neste processo, a passagem do concreto para o abstrato, ou seja, o concreto pensado. Nesse momento há a identificação sensorial das qualidades do objeto e seu agrupamento mental em determinada categoria, definida psicologicamente, que o distingue de quaisquer outros (DAVYDOV, 1988).

O processo de classificação resultante da generalização e posterior abstração, desenvolve no indivíduo a capacidade de hierarquizar os objetos em categorias de acordo com o gênero e a espécie. Esta capacidade é necessária para que o indivíduo consiga entender e diferenciar as correlações conceituais que acontecem dentro de cada ramo do conhecimento humano. Forma-se assim uma generalização conceitual, que o indivíduo consegue identificar características classificatórias e definidoras de objetos ou situações, definida como generalização empírica. Já a generalização teórica ou substantiva, ocorre quando o indivíduo identifica as relações internas do objeto, em uma superação da percepção sensorial e percebe sua base geral interna em uma relação com os fenômenos particulares e singulares (DAVYDOV, 1988).

Davydov descreve como ocorre a generalização conceitual durante o processo de ensino.

O caminho descrito de formação da generalização conceitual é apresentado em muitos trabalhos de psicologia pedagógica e didática. Brevemente, esta via pode ser caracterizada assim: "No processo de ensino, a palavra do professor organiza a observação dos alunos, indicando com exatidão o objeto da observação, orienta a análise para diferenciar os aspectos essenciais dos fenômenos daqueles que não o são e, finalmente, a palavra-termo, sendo associada aos traços distinguidos, comuns para toda uma série de fenômenos, se converte em seu conceito generalizador" (DAVYDOV, 1988, p. 106).

De acordo com Davydov, o professor exerce um papel imprescindível nesse processo. Ele é o par mais experiente que organiza a atividade do aluno em relação a determinado

objeto, apontando quais características invariantes do objeto são comuns ao fenômeno em estudo. Na perspectiva do ensino voltado ao desenvolvimento humano, sob a orientação do professor, o aluno consegue transformar os resultados de sua análise em um conceito generalizador próprio (DAVYDOV, 1988).

Por isso, será por meio da atividade de estudo que os alunos irão se apropriar e reproduzir as ações mentais que foram desenvolvidas por pesquisadores em outros tempos, quando estes se dispuseram a estudar o mesmo objeto (FREITAS, 2016). Para Davydov:

[...] De acordo com as ideias filosóficas modernas, ao assimilar estes conhecimentos a pessoa já não lida com a realidade que imediatamente o circunda, pois o “objeto de cognição está mediatizado pela ciência como formação social, pela sua história e pela experiência... nesse objeto distintos aspectos, apresentados ao indivíduo em forma de conteúdo generalizado, abstrato, de seu pensamento” (DAVYDOV, 1988, p.164).

A defesa de que a aprendizagem ocorre essencialmente através do ensino e da educação, promovida pela interação cooperativa entre crianças e adultos durante a atividade de ensino, fundamenta o trabalho de Davydov, como explica Libâneo (2004a, p.14):

Na base do pensamento de Davydov está a ideia mestra de Vygotsky de que a aprendizagem e o ensino são formas universais de desenvolvimento mental. O ensino propicia a apropriação da cultura e o desenvolvimento do pensamento, dois processos articulados entre si, formando uma unidade. Podemos expressar essa ideia de duas maneiras: a) enquanto o aluno forma conceitos científicos, incorpora processos de pensamento e vice-versa; b) enquanto forma o pensamento teórico, desenvolve ações mentais, mediante a solução de problemas que suscitam a atividade mental do aluno. Com isso, o aluno assimila o conhecimento teórico e as capacidades e habilidades relacionadas a esse conhecimento.

Neste contexto, Davydov critica a pedagogia tradicional por seu caráter extremamente empirista, na tentativa de desenvolvimento da aprendizagem, incapaz de desenvolver no aluno o movimento de ascensão do abstrato ao concreto que caracteriza o pensamento teórico. Alerta sobre a necessidade de utilização de métodos escolares que sejam capazes de desenvolver o pensamento por meio de uma educação que propicie o desenvolvimento omnilateral (LIBÂNEO, 2004a; DAVYDOV, 1988).

Mas qual atividade de estudo seria adequada para levar o aluno ao desenvolvimento mental esperado? Davydov aponta o caminho.

Em primeiro lugar, toda atividade de estudo plena, sendo a atividade principal de crianças em idade escolar, pode constituir a base de seu desenvolvimento omnilateral. Em segundo lugar, as habilidades e hábitos perfeitos de leitura compreensiva e expressiva, de escrita e cálculo corretos, são formados nas crianças que possuem determinados conhecimentos teóricos. Em terceiro lugar, uma atitude consciente das crianças em relação ao estudo se apoia em sua necessidade, desejo e capacidade de estudar, os quais surgem no processo de realização real da atividade de estudo (DAVYDOV, 1988, p.163).

Davydov (1988, p.164) teoriza que “[...] a base do ensino desenvolvimental é o seu conteúdo, que resultam os modelos de organização do ensino”. Na atividade de estudo por sua

vez, o conteúdo a ser desenvolvido é o conhecimento teórico, resultado da atividade acadêmica. Assevera ainda que, a ligação entre o conhecimento teórico e atividade de estudo se fundamenta, entre outras coisas, na análise das particularidades de exposição dos conteúdos considerados formas elevadas de consciência social enquanto objeto de apropriação individual.

Ao analisar conhecimentos científicos, o indivíduo não se apropria da realidade imediata do objeto, mas de sua forma já mediatizada pela ciência através da experiência de outros historicamente e socialmente desenvolvidas. Assim, durante a atividade de estudos os alunos desenvolverão um processo cognitivo de exposição do conhecimento científico semelhante ao efetuado pelos cientistas:

A atividade de estudo das crianças escolares se estrutura, em nossa opinião, em correspondência com o procedimento de exposição dos conhecimentos científicos, com o procedimento de ascensão do abstrato ao concreto. O pensamento dos alunos, no processo da atividade de estudo, de certa forma, se assemelha ao raciocínio dos cientistas, que expõem os resultados de suas investigações por meio das abstrações, generalizações, e conceitos teóricos substantivas, que exercem um papel no processo de ascensão do abstrato ao concreto (DAVYDOV, 1988, p.165).

Os alunos durante a investigação científica, de maneira análoga a um cientista, se apropriam das características do objeto em estudo, identificam suas relações internas e estabelecem sua generalidade. Em seguida, promovem sua exposição do conhecimento pelo processo de ascensão do abstrato ao concreto (FREITAS, 2016).

Embora o percurso de desenvolvimento do pensamento teórico seja semelhante entre um pesquisador e o aluno, deve-se considerar que o aluno não cria as relações internas particulares o objeto tal qual o cientista, esse percurso lógico histórico já foi feito. Cabe ao aluno formar ações mentais relativas aos procedimentos científicos que foram utilizados para pensar o objeto (FREITAS, 2016; DAVYDOV, 1988).

Para Freitas (2016):

Exemplificando, os alunos não utilizam o procedimento da investigação científica para descobrir “célula”, mas ao utilizarem a relação geral universal de “célula” para analisar os distintos tipos particulares de “célula”, eles estão utilizando na verdade os procedimentos de pensamento e ações mentais que os biólogos também utilizaram ao investigarem “célula” e chegarem à sua explicação. Com esses procedimentos (que são apresentados pelos biólogos na exposição da pesquisa juntamente com os resultados), os alunos são capazes de identificar e compreender qualquer célula nos vários tipos de tecidos vivos. É isso que significa o aluno reproduzir de forma abreviada o caminho percorrido pelo cientista (FREITAS, 2016, p. 402).

Quando, no ensino tradicional, dentro de uma lógica formal, o professor não orienta o aluno a realizar o percurso investigativo do seu objeto de estudo, tal qual um cientista, de modo que executem suas próprias ações mentais, a aprendizagem fica limitada a aquisição de

definições prontas e o estudante interrompe o processo de formação de conceitos (LIBÂNEO, 2004a).

Como apresentado anteriormente, Leontiev (1978) define que a atividade humana é composta pelos seguintes elementos: as necessidades, os motivos, os objetivos, as condições e meios de seu alcance, as ações e operações. Na atividade de estudo, não é diferente e deve haver no aluno a necessidade de aquisição do conhecimento e durante a entrada desse aluno na escola, o contato com as fontes do conhecimento teórico científico estimula o desenvolvimento desta necessidade (DAVYDOV, 1988).

Nessa ótica, a necessidade da atividade de estudo leva ao aparecimento de uma sucessão de motivos, que por sua vez levam a ações de reprodução dos procedimentos de conhecimento. As ações, orientadas pelo professor na forma de solução de tarefas de aprendizagem, possibilitam aos alunos a identificação do núcleo do objeto integral estudado e a sua reprodução mental, ou seja, a apreensão do conhecimento teórico pelo movimento do abstrato ao concreto (DAVYDOV, 1988, p.170).

Portanto, Davydov (1988) destaca que cada momento da atividade de estudo se compõe de operações específicas e variáveis, conforme as condições de aprendizagem e que o auxílio dado pelo professor deve acontecer até que os alunos se tornem autônomos na capacidade de adquirir a aprendizagem. O próximo capítulo abordará o percurso lógico-histórico do conceito célula elencando fatos e atores importantes para a construção deste conceito.

2 O PERCURSO LÓGICO-HISTÓRICO DO CONCEITO CÉLULA

De acordo com a teoria histórico-cultural, o desenvolvimento humano ocorre na relação histórico-social da atividade humana consciente, como defendido e comprovado por pesquisadores, como Vygotsky, Leontiev, Elkonin, Davydov e outros.

É uma característica particular do ser humano desenvolver meios para alcançar objetivos que supram as suas necessidades, sejam elas biológicas ou espirituais, de modo a produzir instrumentos para facilitar a sua relação com o meio e para ampliar seu potencial de atingir seus objetivos. Por ser essencialmente um animal social, o homem compartilha suas experiências, auxiliam-se mutuamente na aprendizagem e desenvolve o pensamento em uma relação interativa e diacrônica, ao mesmo tempo em que constrói seus fundamentos culturais (VYGOTSKY, 2008; LURIA, 1979; DAVYDOV, 1988).

O conhecimento das características universais de algo, ou como define Freitas (2016, p.39) “[...] a forma refletida e pensada do objeto, elaborada em forma abstrata, geral e universal, é apresentada como um sistema de relações dentro de uma área do conhecimento [...]”, determina a essência de conceito, conforme a teoria histórico-cultural. Portanto, para a formação de conceitos e conseqüentemente para a apropriação do desenvolvimento cultural humano, para aprender, é necessário o contato com o contexto histórico das realizações humanas, algo que é recebido empiricamente nas relações familiares, no meio em que se vive e, de modo mais orientado, na escola.

Contudo, a escola tradicional enfatiza a prática da aprendizagem nos processos desenvolvidos de acordo com a lógica formal, que os elementos considerados para abstração do objeto são justamente aqueles dados diretamente pela absorção dos sentidos, ou seja, as características externas desse objeto, que Davydov (1988) defende serem suficientes para a definição de características classificatórias e descritivas apenas (SOUSA; MOURA, 2016).

Não se trata de menosprezar a importância da lógica formal no processo de ensino, pois o procedimento de formação de conceitos teóricos envolve essa etapa fundamentada no conhecimento empírico. De acordo com Freitas (2016), o pensamento empírico é sustentado pela lógica formal e desenvolve operações mentais de generalização, abstração e formação de conceitos empíricos. Durante a generalização, o aluno conseguirá desenvolver processos de identificação de aspectos de semelhança entre os objetos, suas características específicas e aspectos gerais. Conseguirá, desse modo, desenvolver categorias de classificação provenientes dos aspectos externos do objeto, captados de imediato através dos sentidos. Essas características possibilitam uma abstração classificatória que se torna uma referência

geral de identificação para qualquer objeto que apresente os mesmos atributos. Destarte, o aluno desenvolverá o conceito empírico, que será expresso verbalmente.

O conhecimento empírico, no entanto, não permite que o aluno se aproprie das características internas do objeto, suas correlações, sendo apenas um estágio para alcançar o movimento de formação do pensamento teórico, cujo objeto pode ser conhecido em sua totalidade (FREITAS, 2016).

O foco na apropriação somente dos resultados, dispersando as propriedades essenciais dos objetos, não possibilita aos alunos se apropriarem dos conceitos em sua totalidade, em suas relações. Davydov afirma que, embora sejam importantes, as ações mentais promovidas pelo conhecimento empírico (classificação, hierarquização, associação, etc.) devem ser apenas o começo do processo de formação de conceitos, um degrau inicial para o pensamento teórico, de modo algum o tipo dominante de pensamento.

O pensamento teórico, diferentemente do pensamento empírico, se sustenta na lógica dialética e se orienta para o movimento pelo qual ocorrem as transformações do objeto, em seus diferentes aspectos. O estudo, análise e compreensão de um objeto por meio do pensamento teórico permite captar esse movimento e ultrapassar os limites da sua compreensão e explicação apenas empírica para alcançar a forma mediada e teórica. Essa forma é a que permite estabelecer a relação geral, o núcleo conceitual do objeto em estudo, revelando nele uma universalidade, mas que, ao mesmo tempo, guarda relações com suas particularidades e singularidades. Ao pensamento teórico correspondem a abstração e a generalização teóricas (FREITAS, 2016, p. 396).

A lógica formal de ensino praticada na maioria das escolas do país, tende a apresentar o conteúdo dos conceitos como estabelecidos e invariáveis, desenvolvidos de forma linear e sem a análise de um contexto histórico que mostre suas rupturas, incertezas e contradições, geralmente resultam na substituição por parte dos alunos de seu senso crítico em prol de um processo de acomodação e aceitação frente aos conceitos, que são encarados como definitivos e imutáveis (SOUSA, 2014).

Para que o indivíduo desenvolva o pensamento teórico, como já tratado neste estudo, é necessário a revelação das características essenciais do objeto, que para o ensino desenvolvimental, envolve o conhecimento do seu percurso histórico e lógico. Kopnin nos traz a definição de histórico e lógico, além de sua correlação:

Por histórico subentende-se o processo de mudança do objeto, as etapas de seu surgimento e desenvolvimento. O histórico atua como objeto do pensamento, o reflexo do histórico, como conteúdo. O pensamento visa à reprodução do processo histórico real em toda a sua objetividade; complexidade e contrariedade. O lógico é o meio através do qual o pensamento realiza essa tarefa, mas é o reflexo do histórico em forma teórica, vale dizer, é a reprodução da essência do objeto e da história do seu desenvolvimento no sistema de abstrações. O histórico é primário em relação ao lógico, a lógica reflete os principais períodos da história (KOPNIN, 1978, p.183).

Kopnin (1978) defende que para alcançar a essência do objeto é fundamental reproduzir o seu desenvolvimento em atenção ao seu processo histórico. O caminho para tal é

possibilitado pela dialética materialista, que viabiliza definir o início do conhecimento e quais rotas o movimento desse conhecimento seguirá.

Como este estudo visa delinear uma proposta de experimento didático-formativo para a apropriação do conceito de célula, em alunos do ensino médio da educação básica, em uma perspectiva desenvolvimental, é coerente abordar a investigação do objeto na reprodução do seu processo histórico, ou seja, na sua perspectiva lógico-histórica.

2.1 A CONSTRUÇÃO HISTÓRICA DO CONCEITO CÉLULA

O conceito célula constitui um conhecimento fundamental para que o estudante compreenda a organização estrutural dos seres vivos, bem como o funcionamento das suas funções em variados níveis. A célula é, por vezes, a estrutura unitária de muitos seres vivos, compõem os tecidos dos seres multicelulares, se coloca como local de desenvolvimento de reações químicas e fenômenos fundamentais e sintetiza produtos indispensáveis à vida. Carregam a informação genética que define os seres vivos e possuem a capacidade de se dividir formando novas células. O domínio deste conceito possibilita ao aluno compreender a diversidade de fenômenos que envolvem as células, ampliando sua visão de mundo e propiciando maior interação com o meio que o cerca. Reconhecendo que os conhecimentos Biológicos, assim como os demais, são construídos no contexto histórico-cultural, efetua-se um breve relato do desenvolvimento do conceito célula.

2.1.1 A contribuição de Robert Hooke para o conceito célula

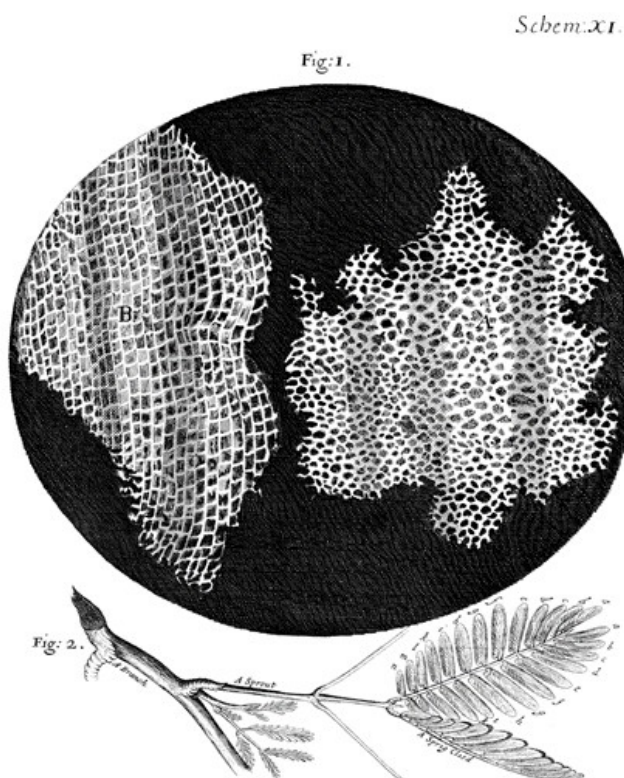
Os livros didáticos atuais, sejam do ensino fundamental ou médio, apresentam uma definição de célula que parece, por vezes, bastante óbvia para o leitor. Mas nem sempre foi assim, esse conceito de célula como unidade morfológica dos seres vivos pode ser considerado bastante recente na história do desenvolvimento das Ciências e mesmo da Biologia, enquanto ciência autônoma. Durante essa discussão houve o intuito em traçar, de modo rápido e sucinto, o movimento histórico que permitiu a descoberta da célula e o desdobramento da Teoria Celular.

Embora os livros didáticos atuais demonstrem uma definição de célula, que é apresentado ainda no ensino fundamental, e tal conceito permite a formação de um modelo mental que é compartilhado pelos alunos, a ideia de como esse conceito foi construído, o seu desenvolvimento histórico, é muitas vezes desconhecido e negligenciado (PRESTES, 1997).

Não percorrendo o caminho semelhante ao que os cientistas que desenvolveram o conhecimento sobre a célula percorreram, os alunos deixam de efetuar o movimento de ascensão do abstrato ao concreto que permite formar o conceito célula. Ficam, conseqüentemente, sujeitos a receber uma definição limitada à concepção filosófica do autor do livro, sem uma reflexão particular que permita chegar a conceitos próprios (LEVANDOWSKI; JUSTUS, 2016).

A criação do termo “célula” é creditada ao físico inglês Robert Hooke⁷, quando este cientista observou fragmentos de cortiça, Figura 1, em um microscópio simples, em 1663 (PRESTES, 1997). O termo célula utilizado por Hooke, representava o tamanho diminuto das estruturas que observava e era uma analogia às “celas”, quartos em que os monges habitavam nos mosteiros de sua época, que além de pequenos apresentavam o formato geométrico semelhante (SILVA; AIRES, 2016).

Figura 1: Esquema desenhado por Robert Hooke do fragmento de cortiça observado por ele.



Fonte: <https://www.gutenberg.org/files/15491/15491-h/images/scheme-11.png>.2022

Hooke era uma pessoa particularmente curiosa e dotado de um gênio inventivo excepcional, que o levou, ainda muito jovem, a construir mecanismos elaborados para

⁷ Hooke, Robert (1635-1703) Físico britânico que descreveu a estrutura celular da cortiça e autor da obra Micrografia, onde relatou e ilustrou uma variedade de estruturas observadas ao microscópio.

representar variados tipos de coisas pelas quais se interessava. Aliado a isso, contava também com uma acurada capacidade de reproduzir objetos e seres vivos por meio de ilustrações extremamente detalhadas. Todos esses fatores foram determinantes para que ele se interessasse pela microscopia, além de estimular sua necessidade de melhoria do mesmo (MARTINS, 2011).

Embora o termo célula seja utilizado ainda hoje para conceituar o que a ciência moderna entende por célula, não correspondia verdadeiramente à estrutura que Hooke visualizou em seu microscópio: cavidades vazias, destituídas de qualquer estrutura interna, diferentemente do que ocorre com uma célula viva. Aliás, Hooke tentava mesmo entender as características de flutuação, flexibilidade e leveza da cortiça, características que o instiga, e esmiuçar os resultados de sua análise em um estudo científico sobre esse material e, portanto, não tinha a intenção específica de investigar sobre estruturas que compunham o corpo dos seres vivos (PRESTES, 1997).

Adepto de uma corrente filosófica denominada mecanicismo⁸, que foi defendida por inúmeros estudiosos da época, Hooke, concordava com a ideia de que o homem era em resumo um animal mecânico, cuja soma de componentes mecânicos isolados formava um todo regido por leis físicas e químicas de funcionamento.

Numa visão muito ampla, o mecanicismo é identificado com o determinismo, ou seja, com a ideia de que os fenômenos vitais se produzem segundo uma ordem determinada e que as condições de sua aparição seguem a lei da causalidade. Ainda numa visão ampla, o mecanicismo pode significar simplesmente a negação a causas transcendentes. Há aqueles que se denominam de mecanicistas porque consideram os seres vivos como máquinas compostas por roldanas, polias, tubos pneumáticos etc. O texto clássico desse sentido de mecanicismo é *O homem-máquina*, de 1748, de La Mettrie: o corpo humano é uma máquina que providencia suas próprias molas. Outros acreditam que todos os processos vitais podem ser explicados em termos físico-químicos. Muitos mecanicistas desta perspectiva criticavam duramente os partidários do homem-máquina. Além dessas noções, o mecanicismo, em algumas de suas versões, assume que todas as ciências devem ser derivadas da mecânica (cf. Hull, 1975, p. 178-9). Esse princípio também deriva da obra de Descartes, pois a ciência cartesiana fundamentava os fenômenos físicos na extensão, ou seja, no atributo principal da substância corpo (*res extensa*) e todas as propriedades da matéria poderiam ser reduzidas aos modos desse atributo (FREZZATTI JR, 2003, p.439).

Enquanto mecanicista, Hooke acreditava que a natureza era um sistema fundamentalmente material, regido por fenômenos químicos e físicos passíveis de observação e mesmo de reprodução. Esse espírito pragmático permeava consequentemente a condução de suas pesquisas. Suas ideias iam totalmente contra a teoria do vitalismo⁹, teoria dominante

⁸ “Visão de mundo segundo a qual todos os fenômenos e seres do universo, inclusive o organismo humano, funcionariam como uma máquina” (PRESTES, 1997, p. 68).

⁹ “Doutrina antimecanicista que afirma que os fenômenos vitais podem ser explicados unicamente pelas leis da física e da química. Suas propriedades vitais seriam dadas por um princípio externo (superposto ao corpo vivo) ou interno (organização particular da matéria orgânica), conforme o autor vitalista, cuja relação inclui a maioria das figuras da história da biologia” (PRESTES, 1997, p.70).

entre o meio científico de sua época, que defendia que a vida seria um todo orgânico, animado pela ação de um princípio vital, imaterial e misterioso (FREZZATTI JR, 2003).

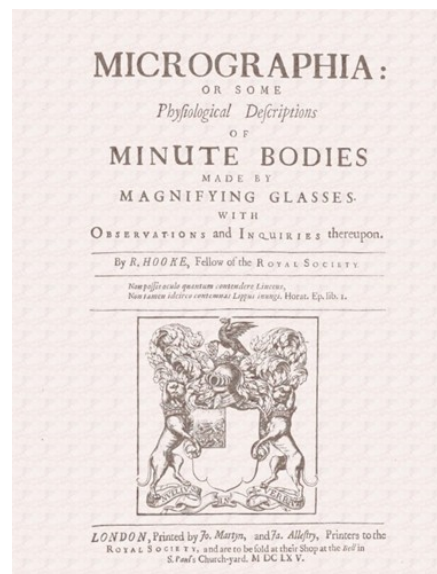
Hooke era adepto do método científico empirista de Francis Bacon e como os cientistas que seguiam essa metodologia de análise, valorizava as características externas que os sentidos podem apreender dos objetos para a construção dos seus conceitos.

Inspirados em Francis Bacon, procuramos imitar ou forjar os fenômenos, sempre que possível, mediante o que chamamos experimentos. Elaborar uma teoria, para nós, significa relacionar observação empírica e experimentação. Em outras palavras, não mais construímos cadeias de raciocínios abstratos, típicas de nossos antecessores. Agora fazemos reflexão analítica sobre os objetos da natureza e seus fenômenos (HOOKE, 1665, apud, PRESTES, 1997, p.14).

Mesmo que Hooke muitas vezes não estivesse imbuído de uma análise do aspecto biológico do que observava, como no caso da cortiça, e sim de suas características físicas, houve uma inquestionável contribuição resultante do seu trabalho de observação de estruturas através do microscópio. A sua ação pioneira no estudo utilizando o microscópio, um instrumento ainda em avanço na época, aliada à sua incrível destreza na ilustração do que investigava, ajudaram a modelar uma forma de experimentação com várias das etapas do método científico atual (PRESTES, 1997; MARTINS, 2011).

Hooke apresentou o resultado de suas observações, utilizando o microscópio, em um trabalho denominado “*Micrographia*”, como representa a Figura 2. Ele representou também dezenas de estruturas microscópicas, com suas respectivas definições detalhadas.

Figura 2: Capa do livro *Micrografia* de Robert Hooke de 1665



Fonte: <https://www.gutenberg.org/files/15491/15491-h/images/cover.jpg>.2022.

A prática investigativa de Hooke e de outros pesquisadores estava fortemente ligada aos conceitos teóricos e filosóficos de sua época. Muitas das explicações e constatações

elaboradas pelos pesquisadores contemporâneos ou antecessores de Hooke. Eles procuravam relacionar os fenômenos naturais às teorias dominantes, ora aproximando os fenômenos da explicação conforme os conceitos físicos, químicos e matemáticos, ora relacionando-os a explicações puramente espirituais. Hooke, por exemplo, embora tenha evidenciado em suas observações o processo de reprodução e metamorfose de determinados insetos, recorria a abiogênese¹⁰, teoria que defendia a geração espontânea de seres vivos a partir da matéria bruta, para explicar a existência de microrganismos (ALMEIDA; MAGALHÃES, 2010; PRESTES, 1997).

Diferente do que é apresentado para os alunos nos livros didáticos de biologia atuais, não se pode creditar a Hooke a definição do conceito de célula que resultou na teoria celular. Mesmo o termo célula, utilizado para nomear as pequenas câmaras vazias que formavam o pedaço de cortiça, foi definitivo. Na verdade, Hooke utilizou termos variados para designar essas e outras estruturas semelhantes visualizadas pelo microscópio (PRESTES, 1997).

Aliás, a história repetida insistentemente, isto é, Hooke como um precursor da teoria celular, presente na abertura de cada capítulo referente ao estudo da célula nos livros didáticos de biologia, constitui-se em um exemplo de uma história da ciência feita com um olhar de hoje para um passado distante, sem considerar que o conceito de “célula” (o qual certamente não era a “célula” descrita por Hooke) foi construído a duras penas por gerações de naturalistas até adquirir enorme importância e desenvolvimento durante a formulação da teoria celular no século XIX (ALMEIDA; MAGALHÃES, 2010, p.385).

O uso do microscópio, como instrumento de pesquisa e experimentação, se intensificou entre vários pesquisadores no século XVII, tais como Hooke, Grew¹¹, Malpighi¹² e Leeuwenhoek¹³, e esteve sempre fortemente relacionado às descobertas no campo que viria a se tornar a citologia, mesmo que de maneira não intencional e muitas vezes equivocada (PRESTES, 1997).

Cientistas, como Grew, Malpighi e Leeuwenhoek, chegaram mesmo a observar e representar o que pode ser considerado como células verdadeiramente, contudo, não a identificaram como tal. Além do mais, esses cientistas e outros microscopistas, não compartilhavam uma nomenclatura unificada para a definição de célula e utilizavam o mesmo termo ao qual se referiam à célula para designar outros tipos de estruturas diferentes (PRESTES, 1997).

A discussão de como seria formado o corpo dos seres vivos seguia sem uma definição que convencesse de maneira definitiva durante o século XVIII. Teulón (1982) assegura que

10 Abiogênese ou geração espontânea, teoria que defende o surgimento da vida a partir da matéria inanimada.

11 Grew, Nehemiah (1641 - 1712), médico e botânico britânico, especialista em fisiologia e anatomia vegetal.

12 Malpighi, Marcelo (1628 - 1694), médico e anatomista italiano pioneiro no uso do microscópio.

13 Leeuwenhoek, Antoni Van (1632 - 1723), naturalista e microscopista italiano, considerado o primeiro a visualizar bactérias pelo microscópio.

uma das ideias que tentava esclarecer essa questão, defendia que a fibra seria o elemento formativo do corpo dos seres vivos. Dotado de um princípio vital capaz de conceber a animação e funcionamento dos órgãos, esse elemento compunha a matéria estrutural fundamental dos tecidos corporais, na percepção diretamente ligada ao vitalismo (SILVA; AIRES, 2016).

Outra teoria que tentava responder sobre a composição da estrutura do corpo dos seres vivos, mais especificamente do organismo animal, era a denominada teoria globular¹⁴. Vários cientistas da época observaram a presença de determinados glóbulos em estruturas que visualizaram ao microscópio. Leeuwenhoek foi exemplo, comerciante de tecidos que nutria uma particular curiosidade na observação pelo microscópio, foi o primeiro a observar glóbulos vermelhos do sangue e assim, muitos outros relataram a observação destes glóbulos também em tecidos vegetais (MARTINS, 2011).

Prestes (1997) assevera que entre 1665 e 1839, era comum aos cientistas que utilizavam o microscópio em suas pesquisas a observação e relato de glóbulos na análise de várias partes do corpo animal: pele, cérebro, músculos, entre outros. A questão é que raramente estavam observando células, mas outras estruturas globulares quaisquer ou até mesmo distorções cromáticas causadas pelo tipo de lente que utilizavam nos seus microscópios, fato que só foi corrigido após a invenção das lentes objetivas acromáticas em 1821.

O fato de não ser possível creditar verdadeiramente a descoberta da célula a Hooke, ou mesmo a outros cientistas de sua época que esbarraram ao acaso na observação desta estrutura de modo semelhante a ele, se justifica em função de que nenhum deles procurava conhecer os tecidos que estudavam conforme um prisma estrutural, estavam realmente interessados no aspecto físico e químico destes elementos e como eles formavam a matéria dos seres vivos (PRESTES, 1997).

Ao longo do século XVIII, não se nota sequer uma preocupação nesse sentido. Os microscopistas estão, na verdade, ocupados com outra tarefa, muito diferente dessa. Buscam conhecer a natureza da matéria encontrada na microestrutura dos animais. O que é esse material que os forma? De onde provém a matéria-prima formadora dos corpos? Quais as suas propriedades características? A substância encontrada em suas dissecções microscópicas é investigada por suas propriedades físicas e químicas (PRESTES, 1997, p.32).

Portanto, a elaboração da Teoria Celular, que define a célula como unidade morfológica e funcional dos seres vivos, é atribuída a Schwann¹⁵ em trabalho conjunto com

¹⁴ Corrente que acreditava que o corpo era composto por glóbulos. Não é considerado propriamente uma teoria e sim uma defesa comum dessa ideia por parte de pesquisadores que visualizavam glóbulos em muitas observações pelo microscópio devido a distorções na imagem pelo tipo de lente utilizado.

¹⁵ Schwann, Theodor (1810 - 1882), fisiologista e anatomista alemão, considerado o fundador da histologia moderna, ampliou a teoria celular para animais.

Schleiden¹⁶. Contudo, outros cientistas chegaram, sem uma prévia intenção, a descrever a célula como elemento morfológico antes mesmo destes pesquisadores, embora essas pesquisas tenham tido outro foco.

2.1.2 A célula como unidade morfológica dos seres vivos: o surgimento da teoria celular

Em 1805, Oken¹⁷ chega à conclusão de que determinadas estruturas, chamadas de bexigas ou células, seriam responsáveis pela formação dos organismos vegetal e animal. Como seu trabalho de observação não contava com relatos precisos para uma formulação teórica consistente, a maioria dos cientistas da época rejeitava suas conclusões (PRESTES, 1997).

Outro cientista, o médico francês Dutrochet¹⁸, também identifica estruturas globulares constituindo o tecido de vários órgãos animais, em 1824. Em 1837, ratifica suas constatações e acrescenta que os órgãos vegetais também são formados por células, reconhecendo a universalidade e variedade dessas estruturas nos seres vivos (PRESTES, 1997).

As constatações de Dutrochet a respeito das células, tal como ocorrera com Oken, foram desprezadas pela comunidade científica. Esta rejeição é explicada em parte pelos erros de observação nos microscópios da época, que utilizavam lentes objetivas cromáticas que eram passíveis de provocar halos de difração durante a visualização. Esses halos eram muitas vezes interpretados como estruturas globulares constituintes dos tecidos observados. As comparações das estruturas vistas por Dutrochet a glóbulos, em um momento de descrença em relação a teoria globulista, foi um dos prováveis motivos da rejeição de suas ideias, somase a isso a falta de um trabalho descritivo das suas observações que se encaixasse a uma das concepções de mundo vigentes na época, o vitalismo e o mecanicismo (PRESTES, 1997).

Prestes (1997) argumenta que os avanços na construção dos microscópios somados à identificação recorrente de determinadas estruturas na observação de células, que permitiam distingui-las de outras estruturas, além da constatação da semelhança entre células vegetais e animais, pré-conceberam uma teoria celular tal qual viria a ser formulada por Schleiden e Schwann. Entretanto, a ideia de que os tecidos eram estruturas contínuas ainda prevalecia. Os componentes internos que caracterizavam uma célula e sua função eram desconhecidos ou

¹⁶ Schleiden, Matthias Jakob (1804 -1881), botânico alemão, que afirmou que as plantas eram compostas por células.

¹⁷ Oken, Lorenz (1779-1851), filósofo e naturalista alemão, apontado como um dos primeiros pesquisadores a defender que animais e vegetais eram constituídos por células.

¹⁸ Dutrochet, René Henri (1776 - 1847), médico, botânico e fisiologista francês que descobriu e descreveu vários processos relacionados à fisiologia celular de plantas.

ignorados, bem como o material que as envolvia externamente. Os pesquisadores tangenciavam a conceituação da célula estudando outros assuntos.

Os diminutos órgãos celulares, que hoje são denominados organelas, foram sendo reconhecidos gradualmente. Hooke, na sua observação do fragmento de cortiça, já havia identificado a parede celular de células vegetais e a visualização frequente desse componente em tecidos vegetais passou a ser um critério de identificação dessas estruturas sob o microscópio.

Em 1744, ocorre a identificação do protoplasma em tecidos de *Hydra* por Trembley¹⁹, que o descreve como uma substância dotada de uma consistência análoga à clara de ovo, denominando-a de “matéria viscosa”. Contudo, sem a conceituação de célula ainda definida, Trembley não associa o protoplasma como um constituinte celular (PRESTES, 1997). Em 1758, Duhamel du Monceau²⁰, identifica o protoplasma como a substância de preenchimento de células vegetais e a denomina “substância vesicular ou celular”. Posteriormente, em 1774, é observado a ciclose, movimento contínuo de protoplasma no interior da célula, em vegetais, mas na época foi relacionado como um simples fenômeno curioso (PRESTES, 1997).

No início do século XIX, o protoplasma é observado e descrito por vários pesquisadores:

[...] Nas primeiras décadas do século XIX, essa substância gelatinosa já é aceita como formadora das estruturas encontradas no interior das células vegetais e dos glóbulos animais. Cada autor batiza-a como quer: “câmbio”, “mucilagem incolor”, “tela formativa”, “substância estrutural”, “utrículo primordial”, “muco”, “parênquima”. O termo “sarcode”, o mais usado, foi cunhado em 1835 por Felix Dujardin [...] (PRESTES, 1997, p.38,39).

Outros pesquisadores, além de Dujardin²¹, descrevem o comportamento do então nomeado sarcode, diante de variadas substâncias, sua natureza física e posição que ocupa no interior celular. Em 1839, Purkinje²² sugere o termo protoplasma para definição dessa substância comum tanto a células vegetais quanto animais, mas suas sugestões não são aceitas na época, somente após a constatação de Nägeli²³ e Mohl²⁴, em 1844, de que essa estrutura tem sua homogeneidade variada conforme a posição no interior celular e de que era importante para o funcionamento da célula (PRESTES, 1997).

19 Trembley, Abraham (1710 - 1784), naturalista suíço, pioneiro em experimentos zoológicos. Cunhou o termo, sarcode, para identificar o líquido gelatinoso encontrado em células do tecido de hidras, animais do grupo do cnidários.

20 Duhamel du Monceau, Henri Louis (1700 - 1782), físico, botânico e agrônomo francês.

21 Dujardin, Felix (1801 - 1860), biólogo francês, conhecido por seus trabalhos sobre protozoários.

22 Purkinje, Johannes Evangelista (1787 - 1869), fisiologista e histologista tcheco, descobridor das células de Purkinje, tipo de neurônio encontrado no cerebelo.

23 Nägeli, Karl von (1817 - 1891), botânico alemão.

24 Mohl, Hugo von (1805 - 1872), botânico alemão.

Em 1840, o protoplasma é identificado na constituição de animais inferiores e, em 1850, a equivalência entre o protoplasma de células vegetais e animais é confirmada. Em 1850, ocorre a recomendação do uso do termo protoplasma para essa organela em todo tipo celular. É importante ressaltar que a observação e descrição do protoplasma, não estava diretamente relacionada ao início da descoberta das organelas celulares, pois esse elemento não era visto como tal, mas sim como material gerador da vida. Como demonstrado pela escolha do nome, “protoplasma = a primeira coisa criada”, o protoplasma era encarado como matéria formadora da vida, agente de todos os processos fisiológicos, em uma concepção claramente vitalista (PRESTES, 1997; MAYR, 1998).

De acordo com Mayr (1998) essa visão sobre o protoplasma, perdurou por mais de cem anos e somente foi abandonada com a invenção do microscópio eletrônico, que permitiu visualização suficiente para identificar o conjunto de estruturas complexas que compõem o arcabouço interno das células, dinâmica que inclusive substituiu o termo protoplasma por outro mais adequado: citoplasma, que representa o conjunto dos líquidos internos da célula e as estruturas mergulhadas nele.

Além da parede celular e do protoplasma, o núcleo celular também foi observado e descrito por muitos microscopistas desde o início do século XVIII. A descoberta do núcleo é atribuída a Brown²⁵, que o relacionou às células vivas. Mas, nessa época sua função ainda era desconhecida e essa estrutura era considerada de pouca importância e ausente na maioria das células (MAYR, 1998). Brown, em 1833, foi quem designou o termo “núcleo” para identificar a estrutura circular que se observa repetidamente em células vegetais. Em 1836, o núcleo é reconhecido como constante em células de tecido conjuntivo humano e, em 1837, em outros tecidos do corpo humano (PRESTES, 1997).

A constatação de que determinadas estruturas como o protoplasma e o núcleo eram comuns nos glóbulos encontrados em tecidos vegetais e animais, independente de variação de tipos, sugeria uma padronização organizacional que caracterizava a célula. Confirma-se, por conseguinte, que a teoria celular de Schwann e Schleiden não é uma criação inédita, sem influência de ideias de outros pesquisadores, como geralmente mostram os livros didáticos contemporâneos. Cada acontecimento e nova descoberta cimentou o caminho para o desenvolvimento da Teoria Celular vindoura.

²⁵ Brown, Robert (1775 - 1853), físico e botânico escocês, ao qual se atribui a descoberta do núcleo celular e sua descrição em células eucariotas.

De acordo com Prestes (1997), durante o século XVIII, duas grandes frentes de pesquisa se ocuparam de investigar os seres vivos: a História Natural²⁶ e a Fisiologia²⁷. A primeira tinha como objetivo a catalogação dos seres vivos e a última dedicava seus esforços ao estudo dos órgãos animais e a função dos mesmos. Tanto os naturalistas quanto os fisiologistas podiam contar agora com o auxílio do microscópio para levar seus estudos ao nível das microestruturas. É neste contexto que o patologista e cirurgião francês Bichat²⁸, descreve vinte e um tecidos humanos diferentes.

O tangenciamento entre os estudos de interesse médico e a investigação sobre a célula, ocorreu devido à crença de muitos anatomistas de que os tecidos eram a chave para identificação do elemento formador da vida e de que o foco das pesquisas devia ser essas estruturas. É importante ressaltar que, durante o século XIX, vivia-se um período de grande credibilidade no progresso científico e as descobertas produziam uma enorme quantidade de conhecimento que forçaram o aparecimento de outros ramos da história natural para organizar e abarcar os novos conceitos teóricos. Neste momento, por volta de 1802, Treviranius²⁹ e Lamarck³⁰ sugerem a criação do termo “Biologia” para a ciência que trataria do estudo do fenômeno da vida. É também neste século que os pesquisadores Schleiden e Schwann produzem estudos que culminaram na definição da Teoria Celular (PRESTES, 1997).

Schleiden, inicialmente, estudou direito e seguiu a carreira de advogado, entretanto, a profissão não satisfazia sua curiosidade e interesse. O descontentamento com sua carreira, aliado a um quadro depressivo, culminaram em uma tentativa de suicídio. Schleiden resolveu então investir em uma atividade que considerava um hobby, a botânica, e se tornou um dos maiores botânicos de sua geração (BERÓN, 2006).

Schleiden, enquanto professor de botânica na universidade de Jena, na Alemanha, publicou um trabalho denominado “*Contributions to Phytogenesis*”³¹, que se constituiu em uma mudança de paradigma em relação às teorias que determinavam o elemento constitutivo dos seres vivos. Neste trabalho, Schleiden afirmava que organismos vegetais continham variadas partes formadas por células, além de reconhecer o núcleo como importante componente celular e sua conexão com o processo de divisão celular (BRITANNICA, 2022a).

26 Termo genérico utilizado para designar um conjunto de disciplinas variadas, tais como a Geologia, Botânica, Zoologia, Física, entre outras. Não é usado atualmente.

27 Ciência que se ocupa do estudo do funcionamento do corpo dos seres vivos em variados níveis.

28 Bichat, Marie François Xavier (1771 - 1832), patologista e cirurgião francês, considerado o pai da Histologia moderna.

29 Treviranius, Gottfried Reinhold (1776 -1837), médico e naturalista alemão e um dos primeiros a utilizar o termo Biologia.

30 Lamarck, Jean-Baptiste de (1744-1829), naturalista francês que desenvolveu a teoria evolucionista conhecida como Lamarckismo.

31 “Contribuições para a Fitogênese”, tradução livre.

As duas noções estão presentes claramente em Schleiden, que reconhece tanto a existência do “citoblasto” (como chamou o núcleo) em todas as células de *Tradescantia* – uma flor comum de jardim – quanto a individualidade das células, que, embora possuam uma vida dupla, atendendo ao funcionamento do organismo como um todo e ao seu próprio, devem ser a “fundação indispensável e primeira” para a fisiologia das plantas. A originalidade de seu trabalho encontra-se, portanto, noutro lugar (PRESTES, 1997).

Segundo Prestes (1997), Schleiden propôs um processo de explicação de como as células se formariam através da sobreposição de camadas que se iniciaram de grânulos primordiais, que primeiro surgiria o núcleo, em seguida o que se conhece atualmente como citoplasma e, por último, a membrana celular. Prestes ressalta ainda que todo esse processo proposto por Schleiden é fruto de suas observações empíricas e tinha como foco principal expressar o papel do núcleo, que ele acreditava fundamental para célula, no desenvolvimento das novas células.

Assim como Schleiden, Schwann foi um pesquisador destacado e atuante em seu tempo. Nascido na Alemanha, em 1810, estudou medicina e se tornou um importante fisiologista, sendo considerado o fundador da histologia moderna. Entre outros feitos, isolou a enzima pepsina responsável pela digestão no estômago, descobriu o músculo estriado no esôfago superior e a bainha de mielina que cobre os axônios periféricos, hoje conhecidos como Células de Schwann (BRITANNICA, 2022b).

Em 1839, Schwann publica o livro “*Microscopical Researches into the Accordance in the Structure and Growth of Animals and Plants*”³² e propõe que as células são as estruturas constituintes de tecidos animais e vegetais (PRESTES, 1997). As observações de Schwann permitiram que ele explicasse o motivo da grande variedade de tipos de tecidos animais. Ele afirmava que os tecidos animais sofrem um processo de desenvolvimento e especialização que podem levar ao desenvolvimento de tecidos adultos diferentes daqueles formados na fase embrionária. Defendeu ainda, que as células animais se caracterizavam pela presença de um núcleo e por se formarem por processos semelhantes aos descritos por Schleiden em células vegetais (PRESTES, 1997).

Prestes (1997, p.56) faz um esboço das ideias concebidas por Schwann em sua teoria celular:

- 1 – Todas as partes das plantas e animais são celulares ou derivam de células. As células podem ser identificadas pela presença do núcleo e por apresentarem um processo comum de formação.
- 2 – As células originam-se por deposição de materiais.
- 3 – Células são independentemente viáveis, e, embora cada célula seja influenciada por suas vizinhas, a vida do todo é produto, e não causa, da vida dos elementos celulares.

32 “Pesquisas microscópicas sobre a analogia da estrutura e do desenvolvimento entre as plantas e os animais”, tradução livre.

Como se vê, Schwann concordava com Schleiden quanto ao processo de formação de novas células, que atendia bastante bem aos conceitos mecanicistas de origem da vida. Os dois pesquisadores chegaram inclusive a ter contato com trabalho de Mohl, que apontava a divisão celular como processo responsável pela formação de novas células, mas recusaram essa perspectiva por ser muito próxima das ideias vitalistas (PRESTES, 1997).

A Teoria Celular de Schwann e Schleiden foi fundamental para a mudança de paradigma que revolucionou não só a citologia, mas toda ciência humana, modificando conceitos, estabelecendo novos ramos científicos, novos olhares da medicina em relação ao funcionamento do organismo e da organização da vida como um todo.

As investigações da célula no século XX seguiram desvendando os detalhes mais ínfimos da estrutura e funcionamento das organelas citoplasmáticas. Inaugurou-se ainda, no final da década de 1930, a biologia molecular, ramo interdisciplinar que utiliza a bioquímica, a biofísica e a genética para conhecer a base molecular da vida. Ocupada com a investigação das moléculas responsáveis pela especificidade dos seres vivos – a proteínas e os ácidos nucleicos, ela rapidamente conseguiu conhecer a estrutura, a replicação e a expressão dos genes bem como a decifração do código genético (PRESTES, 1997, p.61).

É importante ressaltar, que a Teoria Celular de Schwann e Schleiden cumpriu o processo de formação do conceito biológico célula identificando o seu núcleo conceitual: a célula é a unidade estrutural básica de todos ser vivo. A partir daí, os conceitos internos deste objeto foram sendo agregados: a célula é a unidade morfofisiológica dos seres vivos, a célula é a menor unidade viva, as células compõem os tecidos e órgãos, as células carregam as estruturas relacionadas à herança genética, as células possuem estruturas internas que produzem produtos essenciais ao processo vital. Esses são exemplos dos aspectos particulares internos da célula relacionados ao seu aspecto geral. Como visto, não foi um processo instantâneo, como mostrado na maioria das vezes nos livros didáticos, mas repleto de tentativas e erros, fruto de construções comunitárias.

Assim, o percurso lógico-histórico do conceito célula demonstra as tensões e contradições que permearam a formação deste conceito e reflete contribuições para a problematização do tema. A discussão não se encerra com o que já foi construído, ao contrário, a perspectiva na qual é analisado o objeto pode possibilitar a reconstrução dos conceitos, o que, sem dúvida, contribuirá para o aprimoramento desse conhecimento científico.

Na próxima seção será apresentado o estado do conhecimento relacionado ao conceito célula. Faz parte da perspectiva teórico-metodológica da mesma e constitui-se como construção da pesquisa, para melhor apresentação e compreensão do panorama geral sobre esse tema.

2.2 ESTADO DO CONHECIMENTO RELACIONADO AO CONCEITO CÉLULA

Ferreira (2021) relata que nos últimos anos, o número de pesquisas denominadas “estado do conhecimento” tem aumentado significativamente. Ainda de acordo com a autora, este tipo de pesquisa bibliográfica tem a intenção de investigar temas de estudo em diferentes campos do conhecimento, destacando aspectos, dimensões e condições nas quais essas produções acadêmicas foram realizadas.

Outra característica dos trabalhos de “estado do conhecimento” destacado por Ferreira (2021), refere-se à possibilidade de inventariar as propostas de estudo relacionadas a determinada temática, utilizando-se categorias de investigação que permitam agregar temas análogos ou afins. Este tipo de investigação é deveras auspicioso quando se pretende, por exemplo, saber se um objeto de estudo tem despertado interesse no meio acadêmico, se está restrito à determinada área do conhecimento ou que tipo de pesquisas está sendo feita a esse respeito.

A intenção com a realização de um “estado do conhecimento” sobre o tema de tese, é conhecer, mesmo que sucintamente, a abrangência do interesse pelo tema desta pesquisa, em quais regiões do país os trabalhos são realizados, a natureza das instituições vinculadas a esses trabalhos, bem como as áreas do conhecimento nas quais os estudos estão inseridos. Além do acompanhamento do tema, espera-se acompanhar a construção do objeto de estudo, contribuindo com a fundamentação teórica como conhecimento do estágio atual de desenvolvimento do tema.

Embora as pesquisas do tipo “estado do conhecimento” envolvem, em geral, levantamentos em bancos de dados de teses, dissertações e periódicos, optou-se por limitar as buscas ao banco de teses e dissertações da CAPES, pelo fato desta plataforma integrar a produção de pesquisas produzidas nacionalmente e apresentar trabalhos que, por vezes, não são publicados em outras plataformas. O grande número de informações sobre as pesquisas, pautadas em um reconhecido padrão de confiabilidade, também foi fator importante para escolha da CAPES como fonte da investigação.

Como o objeto de estudo é “O Conceito Célula na Perspectiva do Ensino Desenvolvidor de Davydov: Uma Proposta para Alunos do Ensino Médio”, em que foi sugerido um experimento didático formativo para o conceito célula, utilizou-se três categorias de busca: “ensino desenvolvimental”, “formação de conceitos”, “teoria celular”. Foram categorias que estão relacionadas ao nosso objeto de estudo e que podem se aproximar de

trabalhos relacionados a esta temática, ou seja, podem conduzir a uma aproximação às pesquisas deste tema.

A busca foi efetuada considerando um recorte temporal de dez anos, percorrendo o período de 2012 a 2021, com identificação de aproximação com o tema de estudo através do título dos trabalhos. A exigência de aproximação com tema foi baseada nos seguintes critérios: a) ter como referencial teórico o ensino desenvolvimental focado em Davydov; b) pesquisar sobre a formação de conceitos, em particular o de célula ou da teoria celular; c) ter desenvolvido ou proposto um experimento didático-formativo.

Foram construídos quadros para melhor apresentação durante a discussão dos resultados, como: a) quantidade de trabalhos correspondentes a cada ano do recorte temporal de dez anos e a identificação do tipo de estudo: dissertação ou tese; b) produção por região brasileira em volume de dissertações e teses no período considerado; c) grande área do conhecimento ao qual os trabalhos estão vinculados e d) área de avaliação. Estes quadros fornecem uma visão geral do desenvolvimento de pesquisas elucidando se o interesse sobre esses temas tem aumentado ou decrescido e quais regiões do nosso país se destacam na investigação de tais assuntos. Além disso, demonstra quais grandes áreas do conhecimento estão mais empenhadas na problematização e contribuição de pesquisas sobre esse tema.

É importante ressaltar, que o período de busca escolhido como recorte temporal contempla um momento ímpar da história humana. A pandemia da COVID-19, que brutalmente custou a vida de milhões de pessoas pelo mundo e milhares no Brasil. Além disso, o período de reclusão obrigatório e outras medidas de restrição necessárias, impactaram em todos os setores, inclusive no campo das pesquisas acadêmicas na qual este trabalho está inserido. Uma consequência disso foi a impossibilidade de executar em campo o experimento didático-formativo, reconfigurando em uma proposta. Os efeitos da pandemia podem ser notados inclusive na interrupção do crescimento no número de dissertações e teses durante o auge da doença em 2020. Fica aqui o registro desse momento de dificuldade e sofrimento da história humana, para análise e prevenção das gerações futuras.

Todos os trabalhos cuja pesquisa nas cinco categorias buscadas apresentavam, pela análise do título, uma aproximação com as exigências elencadas, foram identificados e apresentados em um quadro demonstrativo, separados para leitura do resumo e posterior apresentação e discussão das ideias centrais. A seguir, os resultados obtidos e a discussão para cada categoria de busca.

2.2.1 A categoria “ensino desenvolvimental”

A análise da produção de trabalhos relacionados à categoria “Ensino Desenvolvimental” nos últimos dez anos (2012 a 2021), demonstra um aumento significativo de estudos que abordam esse tema, sobretudo no último ano do recorte temporal da análise: a produção científica em 2021 representa 22,6 % do que foi produzido do total de 93 trabalhos. Dos noventa e três trabalhos, sessenta (60) são de dissertações de mestrado e trinta e três (33) são de teses, com um aumento gradativo no decorrer do período para a produção de dissertações e uma tendência média de quase quatro teses por ano, conforme sintetizado no quadro 1.

Quadro 1 - Categoria: Ensino Desenvolvimental

Período	Número de trabalhos por período	Tipo de estudo	
		Dissertação	Tese
2012	1	1	0
2013	4	1	3
2014	5	3	2
2015	6	4	2
2016	9	7	2
2017	6	5	1
2018	11	6	5
2019	14	9	5
2020	16	8	8
2021	21	16	5
Total	93	60	33

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Banco de Teses da CAPES (2022).

As instituições, as quais os trabalhos estão vinculados, que mais produziram no período de busca abordado estão situadas na região Centro-Oeste. Destacam-se os programas de pós-graduação *Stricto Sensu* com forte produção na linha de pesquisa do Ensino Desenvolvimental, principalmente no estado de Goiás. Do total de 93 resultados encontrados

na busca desta categoria, cinquenta e seis (56) são de trabalhos desenvolvidos no Centro-Oeste, o que representa 61,3 % do total, conforme demonstrado no quadro 2.

Quadro 2 -Categoria: Ensino Desenvolvidor - Produção Acadêmica por Região

Região	Dissertação	Tese	Total
Centro-Oeste	37	20	57
Sul	16	4	20
Sudeste	6	8	14
Norte	1	0	1
Nordeste	0	1	1
Total	60	33	93

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Banco de Teses da CAPES (2022).

A região Sul aparece em segundo lugar na produção de temas de pesquisa ligados ao Ensino Desenvolvidor, embora com uma diferença significativa em relação à região Centro-Oeste, com vinte (20) estudos ou 21,5% do total. Em seguida, a região Sudeste, que embora apresente um número bastante significativo de instituições de ensino superior, apresentou uma discreta produção ligada ao tema, com somente quatorze (14) trabalhos no período de dez anos, o que representa 15% do que foi produzido. As regiões Norte e Nordeste ficaram empatadas em quarto lugar, com somente um trabalho cada durante todo o intervalo do recorte temporal, sinalizando, aparentemente, um baixo interesse ao tema.

Na avaliação de qual grande área do conhecimento, conforme apresentado no quadro 3, os estudos estão vinculados, foi obtido para a categoria “Ensino Desenvolvidor” quatro grandes áreas. Sendo que a maioria dos trabalhos, dentre os noventa e três (93) encontrados, estava diretamente relacionada às Ciências Humanas, com setenta e três (73) estudos ou 78,5% do total, o que pode se considerar esperado, visto que o tema está fortemente ligado às áreas da educação, ensino e didática. Foi encontrado uma predominância de teses e dissertações com estudos da teoria do Ensino Desenvolvidor voltados para a Educação Matemática, englobando a educação básica para o ensino fundamental e médio.

Quadro 3 -Categoria: Ensino Desenvolvidor – Grande Área do Conhecimento

Grande Área	Quantidade
Ciências Humanas	73
Multidisciplinar	19
Ciências Exatas e da Terra	1
Linguística, Letras e Artes	-
Total	93

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Banco de Teses da CAPES (2022).

Percebe-se que o número de trabalhos em caráter multidisciplinar apareceu em segundo lugar na análise da grande área do conhecimento, com dezenove (19) resultados ou 20,4% do total. São geralmente trabalhos em mestrados e doutorados em educação que abordam disciplinas que abordam temas da Matemática, Física, Química, Arte, Música, Artes Visuais e Educação Física, entre outros. A grande área de Ciências Exatas e da Terra, é representada com apenas um estudo ligado ao Ensino Desenvolvidor no período dos dez anos considerado.

Considerando a área de avaliação das teses e dissertações encontradas na pesquisa, conforme apresentação no quadro 4, ratifica-se os resultados obtidos na análise da grande área, pois foram produzidos setenta e um (71) trabalhos voltados para a educação e dezoito (18) para o ensino, sendo a soma destas duas áreas de avaliação 95,7% de toda a produção científica relacionada ao Ensino Desenvolvidor, em se tratando de teses e dissertações entre 2012 e 2021. Tentativas de adaptação da Teoria Desenvolvidor também aconteceram pontualmente em áreas como Geografia, Astronomia/Física e Ciências Ambientais.

Quadro 4 -Categoria: Ensino Desenvolvidor – Área de Avaliação

Área de Avaliação	Quantidade
Educação	71
Ensino	18
Geografia	2
Astronomia/Física	1
Ciências Ambientais	1
Total	93

--	--

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Banco de Teses da CAPES (2022).

Estes dados demonstram que as pesquisas que envolvem temas da Biologia, em particular o conceito célula, fundamentados na teoria do ensino desenvolvimental, ainda podem ser ampliadas. Embora tenha-se um aumento do número de estudos em regiões como o Centro-Oeste, Sul e Sudeste, a discrepância em relação às demais mostra a necessidade de novas iniciativas de investigação. A concentração dos trabalhos em áreas de avaliação como a Educação e o Ensino, são uma representação da preocupação dos pesquisadores em explorar processos didáticos que promovam a formação do pensamento teórico. Desse modo, este tipo de levantamento contribui para problematizar e refletir sobre a relação dos conceitos biológicos e sua construção em uma perspectiva desenvolvimental.

2.2.2 A categoria “formação de conceitos”

De acordo com Dahlberg (1978) a aquisição da aptidão de pensamento e verbalização por parte do homem permitiu a designação dos objetos do seu meio natural de maneira simbólica. Desse modo, o homem adquiriu a capacidade de representar esses objetos e expor suas ideias sobre ele para outros indivíduos do seu grupo. A elaboração de enunciados sobre esses objetos, carregadas de representações, definições e características, define o que se entende por conceito. Para Dahlberg (1978) sempre que o objeto é pensado de forma distinta, de modo unitário, é classificado como objeto individual e define um conceito individual, que geralmente é uma representação captada do meio de forma empírica, pela experiência sensorial. Em uma outra categoria, estão os objetos gerais que estão situados fora do tempo, espaço e representam o objeto em sua forma generalizada, constituída pela relação dos elementos comuns, o que é designado como conceito geral.

Dados esses elementos, o autor explica:

Podemos agora definir a formação dos conceitos como a reunião e compilação de enunciados verdadeiros a respeito de determinado objeto. Para fixar o resultado dessa compilação necessitamos de um instrumento. Este é constituído pela palavra ou por qualquer signo que possa traduzir e fixar essa compilação. É possível definir, então, o conceito como a compilação de enunciados verdadeiros sobre determinado objeto, fixada por um símbolo linguístico (DAHLBERG, 1978, p.102).

Vygotsky (2008) defende que “o significado de cada palavra é uma generalização ou um conceito”, fenômenos do pensamento construídos no decorrer da história humana, na relação mútua entre os homens e entre estes e o meio natural.

Considerando as ideias de Vygotsky, Oliveira define:

[...] os conceitos são construções culturais, internalizadas pelos indivíduos ao longo do seu processo de desenvolvimento. Os atributos necessários e suficientes para definir um conceito são estabelecidos por características dos elementos encontrados no mundo real, selecionados como relevantes pelos diversos grupos culturais. É o grupo cultural onde o indivíduo se desenvolve que vai lhe fornecer, pois, o universo de significados que ordena o real em categorias (conceitos), nomeadas por palavras da língua desse grupo (OLIVEIRA, 1992, p.28).

Vygotsky (2008) definiu a estrutura do pensamento conceitual, percurso genético, em três fases:

1 – Pensamento sincrético: é o estágio de desenvolvimento onde a criança consegue agrupar objetos, mas de forma desorganizada, sem uma relação concreta real, e conforme semelhanças de acordo com o seu ponto de vista.

2 – Pensamento por complexos: nesta etapa, a criança pela experiência com o seu mundo social, consegue relacionar objetos a depender das qualidades diversas que tenham em comum entre si e com o todo. São relações concretas e factuais.

3 – Pensamento por conceitos: Neste estágio, de acordo com Oliveira (1992, p.29), “a criança agrupa objetos com base num único atributo, sendo capaz de abstrair características isoladas da totalidade da experiência concreta”.

Vygotsky classifica ainda os conceitos que a criança desenvolve no desdobrar das suas atividades práticas e de suas interações com o seu grupo social, de conceitos espontâneos. Quando a criança alcança a idade escolar, desenvolverá, através do ensino, os conceitos científicos. Esses são conceitos que já fazem parte de um sistema organizado de conhecimento construído historicamente e sua aquisição exige a mediação por parte do professor.

Nesse contexto, o processo de aprendizagem, de desenvolvimento cognitivo e a formação do pensamento, são fenômenos que se fundem em uma mesma amálgama e a formação de conceitos essencialmente é um elemento comum e indissociável.

De acordo com a teoria Histórico-Cultural a formação de conceitos é imprescindível para a formação de novas formas de pensamento, através do conceito o sujeito transforma sua atividade cognitiva passando para um nível mais complexo de pensamento onde a capacidade de análise e síntese da realidade se torna base do pensamento do indivíduo (TORRES, 2009, p.12).

A análise do estado do conhecimento da produção de estudos com a categoria “Formação de Conceitos” demonstra, de modo gratificante, que uma quantidade considerável de pesquisadores tem dedicado interesse neste processo tão relacionado à formação humana. Muitas pesquisas têm proposto adaptações para as mais variadas áreas do conhecimento, o que pode significar um movimento de construção de propostas na perspectiva do ensino desenvolvimental.

Durante as buscas no banco de teses e dissertações da CAPES, foram encontrados cento e oitenta e um (181) resultados para o tema “Formação de Conceitos” no percurso de 2012 a 2021, como descrito no quadro 5. Foram 137 dissertações e 44 teses, com uma média de produção considerável em cada ano, mostrando que as investigações não esmoreceram.

Quadro 5 - Categoria: Formação de Conceitos

Período	Número de trabalhos por período	Tipo de estudo	
		Dissertação	Tese
2012	20	15	5
2013	8	6	2
2014	22	20	2
2015	15	12	3
2016	15	10	5
2017	31	21	10
2018	31	21	10
2019	25	20	5
2020	15	20	5
2021	9	8	1
Total	181	137	44

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Banco de Teses da CAPES (2022).

A região com o maior número de trabalhos relacionados ao tema da busca foi a região Nordeste, seguida com pequena diferença pela região Sudeste. Essas duas regiões juntas representaram 58,5% do que foi produzido durante o recorte temporal de dez anos. A região Sul ficou em terceiro lugar, seguida pelas regiões Centro-Oeste e Norte, respectivamente. Embora tenha se destacado na pesquisa sobre a categoria “Ensino Desenvolvidor” fortemente ligada à categoria “Formação de Conceitos”, a região Centro-Oeste teve um resultado menos expressivo. Este fato demonstra a amplitude de perspectivas que podem ser exploradas sobre formação de conceitos, conforme apresentado no quadro 6. Uma possível justificativa seria a quantidade de grupos de pesquisa localizados em diversas universidades

do Centro-Oeste, com núcleos de estudos já consolidados na formação de conceitos na perspectiva desenvolvimental.

Quadro 6 -Categoria: Formação de Conceitos - Produção por Região

Região	Dissertação	Tese	Total
Sudeste	38	14	52
Sul	25	8	33
Centro-Oeste	19	10	29
Norte	12	1	13
Nordeste	43	11	54
Total	137	44	181

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Banco de Teses da CAPES (2022).

A diversidade de perspectivas para análise do tema em questão se expressa na análise de disciplinas da grande área do conhecimento. A maioria dos estudos ocorreu em área Multidisciplinar, cento e seis trabalhos (106), representando 58,5% dos trabalhos produzidos. As Ciências Humanas apresentaram sessenta e cinco (65) estudos e as grandes áreas com disciplinas mais específicas também apareceram, mas de forma mais discreta. As Ciências da Saúde, Ciências Exatas e da Terra, tiveram quatro (04) produções cada e a grande área da Linguística, Letras e Artes, apresentaram (02) trabalhos, conforme demonstra o quadro 7. O resultado apresenta a preocupação, em áreas diversas, em produzir pesquisas que sejam uma fonte de discussão e aprimoramento das metodologias de promoção da aprendizagem.

Quadro 7 -Categoria: Formação de Conceitos – Grande Área do Conhecimento

Grande Área	Quantidade
Multidisciplinar	106
Ciências Humanas	65
Ciências Exatas e da Terra	4
Linguística, Letras e Artes	2
Total	181

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Banco de Teses da CAPES (2022).

Quando analisadas as áreas de avaliação nas quais estão relacionadas as teses e dissertações encontradas em nossa busca para categoria “Formação de Conceitos”, encontra-se o mesmo perfil diversificado dos outros resultados para esse tema. Embora as áreas voltadas para o ensino e a educação sejam predominantes nos trabalhos, surgem pesquisas em inúmeras outras áreas: Astronomia, Ciência Política, Enfermagem, Filosofia, Letras, Psicologia, Química e outras, objetivando o desenvolvimento de conceitos, conforme demonstrado no quadro 8.

Quadro 8 - Categoria: Formação de Conceitos – Área de Avaliação

Área de Avaliação	Quantidade
Astronomia/Física	1
Ciências Políticas e Relações Internacionais	1
Ciências Ambientais	1
Educação	55
Educação Física	1
Enfermagem	3
Ensino	101
Filosofia	1
Geografia	5
Interdisciplinar	3
Letras/Linguística	2
Matemática/Probabilidade e Estatística	2
Psicologia	4
Química	1
Total	181

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Banco de Teses da CAPES (2022).

A diversidade de áreas de avaliação que englobam as pesquisas sobre formação de conceito encontrada nas buscas e elencadas no quadro 8, são um indicador da relevância desta tese, visto que a maioria dos trabalhos não são voltados para o Ensino Desenvolvimental e tão

pouco, problematizam o ensino de Biologia ou o conceito célula. Na categoria a seguir, apresenta-se a análise dos estudos com o tema Teoria Celular.

2.2.3 A categoria “teoria celular”

Como a pesquisa envolve uma proposta de experimento didático-formativo para o desenvolvimento do conceito célula e perpassa o movimento lógico histórico deste conceito, foi inserida a Teoria Celular como uma categoria para levantamento do estado do conhecimento. Embora houvesse expectativa de encontrar inúmeros trabalhos que tratassem desse assunto, não foi o que aconteceu. Diferente das outras categorias, a Teoria Celular apresentou somente três (03) trabalhos no decorrer dos dez últimos anos, nos quais se situou o levantamento. Todos os trabalhos são dissertações de mestrado, sendo dois (02) apresentados em 2014 e um (01) em 2018. Os três são relacionados ao Ensino de Ciências e Matemática com foco no Ensino, enquanto área de avaliação, conforme descrito no quadro 9.

Quadro 9 - Categoria Teoria Celular

Pesquisas sobre a Teoria Celular	Autor(a)	Instituição	Modalidade	Região	Ano de defesa
O conceito de célula em livros didáticos de Biologia: análise sob uma perspectiva histórico-crítica.	Regiane Machado de Sousa Pinheiro	Universidade Federal de Goiás - UFG	Dissertação de Mestrado	Centro-Oeste	2018
Historicidade e atualidade do estudo da célula nos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental.	Tércio Augusto Penteado Barbosa	Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP	Dissertação de Mestrado	Sudeste	2014
A teoria celular em livros didáticos de Biologia: uma análise a partir da abordagem histórico-filosófica da Ciência.	Elda Cristina Carneiro da Silva	Universidade Federal do Paraná - UFPR	Dissertação de Mestrado	Sul	2014

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Banco de Teses da CAPES (2022).

As três pesquisas encontradas na busca pela categoria “Teoria Celular” analisam livros didáticos. Pinheiro (2018) se baseou na Pedagogia Histórico-Crítica para discutir a construção

do conceito de célula em livros de Biologia aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), avaliando os aspectos técnicos e pedagógicos dessas obras. Contudo, não apresentou propostas para a formação do dito conceito baseadas no ensino desenvolvimental, sendo um ponto de divergência da presente tese.

Barbosa (2014) e Silva (2014) discutem a abordagem histórica do conceito de célula apresentada em livros didáticos. Embora esses autores problematizem o lógico-histórico do citado conceito, se detém neste aspecto, sem aprofundar na epistemologia da formação de conceitos na perspectiva da teoria histórico-cultural. Outro ponto de divergência entre esses autores e o presente estudo, está na elaboração de uma pesquisa do tipo estado do conhecimento voltada para identificação de trabalhos em Biologia e no estudo da célula, que sejam pautadas na teoria histórico-cultural, no ensino desenvolvimental e na construção de um experimento didático-formativo.

Entende-se que o pequeno número de pesquisas sobre a Teoria Celular, encontrados na busca por essa categoria, ocorre devido à concentração dos estudos deste tema no contexto do seu desenvolvimento histórico e na investigação de como é apresentado didaticamente. Identifica-se uma preocupação atual com a forma fragmentada de abordagem destes conteúdos biológicos nas escolas, visto que essa é uma característica comum apontada pelos autores que tratam desse tipo de análise.

Com base nesses novos – e revolucionários – conhecimentos, seria de esperar que uma síntese viesse a ocupar o lugar de uma nova teoria celular. Mas isso não ocorreu e talvez não venha a ocorrer. Porque a própria concepção de ciência e o que se espera dela modificaram-se bastante no século XX. Da preocupação oitocentista pela construção de bases sólidas para o assentamento de conhecimentos futuros, a ciência de nosso século voltou-se mais para a busca do aprimoramento de processos que levem à resolução dos problemas colocados a cada momento pelas diferentes sociedades (PRESTES, 1997, p. 61).

Mesmo que o número de trabalhos sobre a Teoria Celular seja escasso, o estudo da célula é prolífico, representando a fundamentalidade desse objeto nas ciências biológicas de forma geral. Sendo um conteúdo que é apresentado aos alunos ainda na educação infantil e com ênfase no ensino médio, entende-se que sua análise, no contexto da aprendizagem, pode contribuir de modo substantivo para a sua problematização.

Assim, é importante ressaltar que esta pesquisa apresenta um ineditismo, pois está vinculada aos pressupostos da teoria histórico-cultural, ao ensino desenvolvimental, com o foco em formação de conceito biológico para o Ensino Médio.

Na próxima seção, discute-se os trabalhos resultantes da busca por aproximação com o tema desta pesquisa.

2.2.4 Avaliação dos trabalhos que apresentam aproximação com o tema de estudo

Apresenta-se a seguir, uma caracterização das pesquisas cujo título mais se aproximaram do tema de estudo desta tese, segundo os critérios já citados anteriormente: a) ter como referencial teórico o ensino desenvolvimental focado em Davydov; b) pesquisar sobre a formação de conceitos, em particular o de célula ou da teoria celular; c) ter desenvolvido ou proposto um experimento didático-formativo. Foram selecionados quinze (15) trabalhos, com título e características de identificação elencados no quadro 10.

Quadro 10 – Trabalhos com aproximação com o tema de estudo

Nº	Título	Descrição
1	APROPRIAÇÃO DO CONCEITO DE CÉLULA POR ESTUDANTES DE ESCOLAS PÚBLICAS DE SANTA MARIA, RS, A PARTIR DE UMA FERRAMENTA PEDAGÓGICA	<ul style="list-style-type: none"> - Data de publicação: 25/09/2013, com 195 f. - Programa: Doutorado em Educação em Ciências - Instituição de Ensino: Universidade Federal de Santa Maria - UFSM - Cidade: Santa Maria – RS - Biblioteca Depositária: Universidade Federal de Santa Maria - Autora: Janisse Viero Garcia - Orientadora: João Batista Teixeira Rocha - Área de concentração: Educação em Ciências - Linha de pesquisa: Processos de Ensino e Aprendizagem em Ambientes Formais e Não Formais
2	ENSINO-APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE "CÉLULA VIVA": PROPOSTA DE ESTRATÉGIA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL	<ul style="list-style-type: none"> - Data de publicação: 16/06/2015, com 136 f. - Programa: Mestrado Profissional em Ensino de Ciências - Instituição de Ensino: Universidade de Brasília - UnB - Cidade: Brasília- DF - Biblioteca Depositária: Universidade de Brasília - Autora: Jacqueline Alves Araújo França - Orientador: Maria Márcia Murta - Área de concentração: Ensino de Ciências - Linha de pesquisa: Não informado.
3	ABORDAGEM DO CONCEITO DE CÉLULA: UMA INVESTIGAÇÃO A PARTIR DAS CONTRIBUIÇÕES DO MODELO DE RECONSTRUÇÃO EDUCACIONAL (MRE)	<ul style="list-style-type: none"> - Data de publicação: 03/08/2015, com 264 f. - Programa: Doutorado em Ensino das Ciências - Instituição de Ensino: Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE - Cidade: Recife – PE - Biblioteca Depositária: Universidade Federal Rural de Pernambuco - Autor: Ricardo Ferreira das Neves - Orientador: Helaine Sivini Ferreira - Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

		- Linha de pesquisa: Ensino e Aprendizagem de Ciências e da Matemática
4	EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA PERSPECTIVA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL DE DAVYDOV	- Data de publicação: 14/10/2016, com 141 f. - Programa: Mestrado em Educação para Ciências e Matemática - Instituição de Ensino: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí. - Cidade: Jataí – Goiás. - Biblioteca Depositária: Biblioteca do IFG-Câmpus Jataí. - Autor: Eliakim Oliveira Kuster - Orientador: Marlei de Fatima Pereira - Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática. - Linha de pesquisa: Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade
5	A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE BIOLOGIA: CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL PARA A FORMAÇÃO DO PENSAMENTO TEÓRICO	- Data de publicação: 11/12/2017, com 228 f. - Programa: Mestrado em Educação - Instituição de Ensino: Universidade Federal de Goiás - UFG - Cidade: Goiânia – Goiás - Biblioteca Depositária: Universidade Federal de Goiás - Autora: Edna Sousa de Almeida Miranda - Orientador: Sandra Valéria Limonta Rosa - Área de concentração: Educação - Linha de pesquisa: Formação, Profissionalização Docente e Trabalho Educativo.
6	ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: A FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS E O DESENVOLVIMENTO DOS ALUNOS	- Data de publicação: 27/02/2018, com 110 f. - Programa: Mestrado em Educação - Instituição de Ensino: Pontifícia Universidade Católica de Goiás - Cidade: Goiânia – Goiás - Biblioteca Depositária: PUC Goiás - Autor: Damon Alves Lobo - Orientador: Jose Carlos Libaneo - Área de concentração: Educação e Sociedade - Linha de pesquisa: Teorias da Educação e processos pedagógicos.
7	O CONCEITO DE CÉLULA EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA: ANÁLISE SOB UMA PERSPECTIVA HISTÓRICO-CRÍTICA	- Data de publicação: 21/03/2018, com 165 f. - Programa: Mestrado em Educação em Ciências e Matemática - Instituição de Ensino: Universidade Federal de Goiás - UFG - Cidade: Goiânia – Goiás - Biblioteca Depositária: Universidade Federal de Goiás - Autora: Regiane Machado de Sousa Pinheiro - Orientador: José Rildo de Oliveira Queiroz - Área de concentração: Qualificação de Professores de Ciências e

		<p>Matemática</p> <ul style="list-style-type: none"> - Linha de pesquisa: Ensino e Aprendizagem de Ciências e Matemática
8	<p>ENSINO PARA A FORMAÇÃO DE CONCEITOS EM CIÊNCIAS: CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL DE DAVYDOV</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Data de publicação: 28/08/2019, com 266 f. - Programa: Doutorado em Educação - Instituição de Ensino: Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC - Goiás - Cidade: Goiânia– Goiás - Biblioteca Depositária: PUC Goiás - Autor: Eude de Sousa Campos - Orientadora: Raquel Aparecida Marra da Madeira Freitas - Área de concentração: Educação e Sociedade - Linha de pesquisa: Teorias da Educação e Processos Pedagógicos
9	<p>A CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE CÉLULA A PARTIR DE UMA WEBGINCANA</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Data de publicação: 14/10/2019, com 97 f. - Programa: Mestrado profissional em Ensino de Ciências na Educação Básica - Instituição de Ensino: Universidade do Grande Rio - Prof Jose de Souza Herdy - Cidade: Duque de Caxias – RJ - Biblioteca Depositária: Universidade do Grande Rio - Prof José de Souza Herdy - Autor: William de Azevedo Pinheiro - Orientadora: Roberta Flávia Ribeiro Rolando Vasconcellos - Área de concentração: Ensino das Ciências na Educação Básica. - Linha de pesquisa: Ensino das Ciências: Inovações Tecnológicas.
10	<p>ESTUDO SOBRE INTERFACE ENTRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL TRANSFORMADORA E A MATEMÁTICA COM BASE NOS PRESSUPOSTOS DA TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Data de publicação: 28/02/2020, com 99 f. - Programa: Mestrado em Ciências Ambientais - Instituição de Ensino: Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC - Cidade: Criciúma – SC - Biblioteca Depositária: Universidade do Extremo Sul Catarinense - Autor: Luciane Oliveira de Aguiar Vendruscolo - Orientadora: Viviane Kraieski de Assunção - Área de concentração: Ecologia e Gestão de Ambientes Alterados - Linha de pesquisa: Sociedade, Ambiente e Desenvolvimento
11	<p>A ATIVIDADE DE ESTUDO NO ENSINO FUNDAMENTAL CONFORME A TEORIA DO ENSINO</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Data de publicação: 14/05/2020, com 283 f. - Programa: Doutorado em Educação - Instituição de Ensino: Pontifícia Universidade Católica de Goiás - Cidade: Goiânia – Goiás - Biblioteca Depositária: PUC Goiás - Autor: Eliane Silva

	<p>DESENVOLVIMENTAL DE V. DAVYDOV E CONTRIBUIÇÕES DE M. HEDEGAARD: UM EXPERIMENTO DIDÁTICO FORMATIVO</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Orientador: Jose Carlos Libaneo - Área de concentração: Educação e Sociedade - Linha de pesquisa: Teorias da Educação e processos pedagógicos.
12	<p>(RE)CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE CÉLULA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Data de publicação: 25/09/2020, com 110 f. - Programa: Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO - Instituição de Ensino: Universidade Federal de Pernambuco - Cidade: Vitória de Santo Antão – PE - Biblioteca Depositária: Universidade Federal de Pernambuco - Autora: Ana Beatriz Vanderlei - Orientadora: Ricardo Ferreira das Neves - Área de concentração: Ensino de Biologia - Linha de pesquisa: Comunicação, Ensino e Aprendizagem em Biologia.
13	<p>A FORMAÇÃO DO PENSAMENTO TEÓRICO EM ATIVIDADES DE APRENDIZAGEM E O DESENVOLVIMENTO DE CONCEITOS EM RECIPROCIDADE COM A EDUCAÇÃO AMBIENTAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Data de publicação: 13/07/2021, com 291 f. - Programa: Doutorado em Ensino de Ciências - Instituição de Ensino: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Cidade: Campo Grande – MS - Biblioteca Depositária: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Autora: Barbara Rodrigues Layoun - Orientadora: Angela Maria Zanon - Área de concentração: Educação Ambiental - Linha de pesquisa: Educação Ambiental
14	<p>O ENSINO DE CIÊNCIAS EM UMA PERSPECTIVA INVESTIGATIVA: CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DE DAVYDOV</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Data de publicação: 19/08/2021, com 176 f. - Programa: Mestrado em Educação - Instituição de Ensino: Faculdade de Inhumas (FacMais) - Cidade: Inhumas – Goiás - Biblioteca Depositária: Faculdade de Inhumas - Autor: Wanuzza Silva de Freitas - Orientador: Raquel Aparecida Marra da Madeira Freitas - Área de concentração: Educação e Formação Humana - Linha de pesquisa: Educação, Cultura, Teorias e Processos Pedagógicos
15	<p>CONTRIBUIÇÕES DO APORTE TEÓRICO DE DAVYDOV PARA O</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Data de publicação: 29/10/2021, com 184 f. - Programa: Doutorado em Educação - Instituição de Ensino: Pontifícia Universidade Católica de Goiás - Cidade: Goiânia – Goiás - Biblioteca Depositária: PUC Goiás

ENSINO DO CONCEITO TERRITÓRIO DA SAÚDE	- Autor: Osmar Pereira dos Santos - Orientadora: Raquel Aparecida Marra da Madeira Freitas - Área de concentração: Educação e Sociedade - Linha de pesquisa: Teorias da Educação e Processos Pedagógicos.
TOTAL	15

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Banco de Teses da CAPES (2022).

Garcia (2013) investigou a elaboração do conceito de célula por estudantes de escolas públicas de ensino fundamental e médio, tendo como material de apoio o gibi “Pulmão e sua Turma”. Como metodologia, foram utilizados questionários semiestruturados para avaliar o uso do gibi como ferramenta pedagógica pelos alunos e entrevistas semiestruturadas para observar as modalidades de generalização do conceito e estabelecimento de categorias, de acordo com os pressupostos de Vygotsky. Com os dados obtidos na pesquisa, a autora propôs atividades didáticas que pudessem ser utilizadas por outros professores na elaboração do conceito de célula e no Ensino de Ciências. Garcia (2013) considerou que os alunos do ensino médio tiveram um melhor desempenho na apreensão do conceito célula, mas com uma pequena proporção de apenas 3% dos cem (100) entrevistados apresentando alguma noção científica do objeto em estudo. A autora relacionou os baixos resultados à subjetividade do tema e a necessidade de conhecimentos específicos, cujo domínio não é esperado para alunos das etapas de ensino que foram pesquisadas, além da forma fragmentada na qual os conteúdos de biologia são apresentados no processo tradicional de ensino vigente. Garcia (2013) entendeu que os alunos, em sua maioria, se situam em um período transitório entre o pensamento por complexo e o pensamento por conceito.

França (2015) utilizou a Teoria do Perfil Conceitual para investigar a construção do conceito de célula por alunos do 8º ano de um colégio público federal de Brasília – DF. Foi feita uma pesquisa qualitativa, corroborada por questionários e observação em sala de aula. As concepções prévias dos alunos sobre o objeto célula foram explicitadas por meio dos questionários, que também orientaram a avaliação da estratégia de ensino utilizada. Os resultados obtidos pela pesquisadora mostraram concepções heterogêneas sobre o tema proposto e apontaram que as principais dificuldades de entendimento do conceito de célula estão relacionadas à sua morfologia, funções, tipos e conceitos básicos. As percepções adquiridas permitiram a elaboração de um módulo didático de apoio ao docente do 8º ano do ensino fundamental, com alternativas de superação dos obstáculos na construção do conceito de célula.

Neves (2015) objetivou a investigação da abordagem do conceito de célula em licenciandos do 7º período de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco

(UFPE). O pesquisador utilizou o Modelo de Reconstrução Educacional (MRE) como aporte teórico e metodológico. Neves (2015) desenvolveu uma estruturação metodológica, de acordo com o delineamento do MRE, em três etapas: 1 – Análise da Estrutura do Conteúdo e Análise do Significado Educacional; 2 – Investigações Empíricas e 3 – Construção da Instrução. As etapas abordadas formaram o cenário didático da pesquisa através de uma Sequência de Ensino-Aprendizagem fundamentada na Abordagem Construtivista Integrada de Méheut. A conclusão é que o MRE mostrou uma estrutura flexível para o desenvolvimento do ensino e aprendizagem.

A dissertação de Küster (2016) propôs analisar a formação do pensamento teórico em alunos do terceiro ano do ensino médio em relação ao conceito de consumo, em uma escola pública estadual de Pontal do Araguaia-MT. O autor se embasou em teóricos da área da educação ambiental e da Teoria do Ensino Desenvolvimental de Davydov para construir uma pesquisa qualitativa caracterizada por uma pesquisa de campo constituída de observação e entrevista. Também foi desenvolvido um experimento didático-formativo embasado no arcabouço teórico elaborado por Davydov. Com a conclusão da pesquisa, Küster (2016) defende a necessidade de uma educação ambiental que contribua significativamente para a formação de um cidadão consciente sobre o consumo e das questões ambientais, além de crítico para interagir de forma positiva com o seu meio ambiente e com as questões que dele provêm. Relata ainda, que a aplicação do experimento didático-formativo contribuiu para que parte dos alunos desenvolvessem o conceito teórico de consumo e demonstrassem interesse pelo processo de ensino-aprendizagem.

Conforme Miranda (2017), seu estudo investigou a relação entre a experimentação científica em laboratório e a aprendizagem dos conceitos de Biologia. A pesquisa se fundamentou na teoria histórico-cultural de Vygotsky e na teoria do ensino desenvolvimental de Davydov. Metodologia se estruturou em uma pesquisa bibliográfica para levantamento de produções acadêmico-científicas sobre a experimentação científica no ensino de Biologia, tendo como recorte temporal o período de 2011 a 2016. A pesquisadora realizou ainda um experimento didático-formativo com alunos do primeiro ano do Ensino Médio com vistas ao desenvolvimento do conceito teórico de divisão celular, segundo a proposta metodológica de Davydov.

Miranda (2017) concluiu ser necessária a superação do pensamento empírico pelo pensamento teórico no processo de ensino e que conseguiu evidenciar a contribuição da experimentação na aprendizagem dos conceitos biológicos, principalmente com o aporte da teoria do ensino desenvolvimental.

Lobo (2018) objetivou investigar o processo de formação de conceitos em aulas de ciências em uma turma do quarto ano do Ensino Fundamental. A autora partiu da premissa da teoria do ensino desenvolvimental de que o conhecimento teórico-científico é o mais adequado para o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores dos discentes. O estudo foi desenvolvido por meio da observação das aulas e entrevista semi-estruturada com a professora regente, em uma escola municipal de Aparecida de Goiânia – GO. Durante a realização da pesquisa, a autora observou a prevalência do modelo de ensino empírico, contudo, com alguns poucos momentos de superação do pensamento empírico pelo pensamento teórico. Uma dificuldade apontada durante a pesquisa foi a lacuna na formação da professora regente em relação aos conteúdos específicos da disciplina de ciências.

Lobo (2018) conclui que, embora o ensino na educação básica, principalmente nas séries iniciais, tenha o pensamento empírico como forma mais comum de atuação, sua observação durante o desenrolar da pesquisa verificou que práticas que privilegiam o desenvolvimento do pensamento teórico podem proporcionar melhores condições de aprendizagem e aprimoramento do pensamento dos alunos.

Em sua dissertação, Pinheiro (2018) avaliou a construção histórica do conceito de célula em livros didáticos de Biologia aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Foram contempladas nove coleções de Biologia, examinadas de acordo com a fundamentação didática da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC). Os dados foram analisados por meio de uma matriz de análise pautada nos Estatutos Estruturantes da Biologia conforme Nascimento Júnior, para compreensão da visão dos temas biológicos presentes nos livros escolhidos.

A pesquisadora percorreu a construção do conceito de célula, através de um breve percurso histórico, assim como das políticas públicas brasileiras para o livro didático. Nas considerações finais, Pinheiro (2018) argumentou que livros didáticos são conteudistas, dotados de um currículo prescritivo e que não levam em conta o processo histórico de construção dos conceitos biológicos, limitando, desse modo, a construção do conhecimento teórico dos alunos. Na sua visão, seu trabalho colabora sobre a problematização do uso do livro didático para além da determinação do fazer pedagógico do professor.

Campos (2019) se empenhou em entender a contribuição dos princípios da teoria do ensino desenvolvimental para a aprendizagem de Ciências em alunos do ensino fundamental. Pesquisou a aprendizagem do conceito animal vertebrado e se fundamenta nas teorias de Davydov, Vygotsky, Leontiev, Hedegard, entre outros. A pesquisa, de metodologia qualitativa, se efetivou por meio de revisão de literatura, pesquisa bibliográfica e pesquisa documental. O autor desenvolveu ainda uma pesquisa de campo aplicando um experimento

didático-formativo estruturado em uma atividade de estudo para a formação do conceito teórico de animal vertebrado, aplicado em uma turma de 6º ano do ensino fundamental de uma escola pública de Goiânia – GO.

Conforme assegura Campos (2019), os alunos se apropriaram, durante o experimento didático-formativo, do conceito em foco, adquirindo uma postura crítica e investigativa, expressa na mudança de atitude da turma diante do processo de ensino-aprendizagem. Acrescenta ainda, que os resultados observados corroboram com a percepção de que o ensino desenvolvimental é um forte referencial para a promoção de mudanças no ensino de Ciências em uma perspectiva de educação omnilateral.

Em sua pesquisa, Pinheiro (2019) utilizou o tema Citologia para investigar como as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) podem ser empregadas como uma estratégia para a prática docente. O recurso tecnológico escolhido foi uma webgincana, realizada com alunos de Biologia da 1ª série do Ensino Médio de uma escola estadual de Itaperuna – RJ. A metodologia foi baseada na confecção e implementação da webgincana e posterior aplicação de um questionário de percepção. O pesquisador concluiu que este tipo de estratégia proporcionou o desenvolvimento de aspectos relacionados às metodologias ativas, tais como a autonomia, colaboração e o envolvimento dos alunos na busca de soluções para suas atividades.

Fundamentando-se na teoria do Ensino Desenvolvimental, Vendruscolo (2020) objetivou estudar uma estrutura de organização de ensino que promova a ligação entre a Educação Ambiental Transformadora (EAT) e a Matemática. Valendo-se dos pressupostos da teoria do ensino desenvolvimental, Vendruscolo (2020) buscou estabelecer uma organização de ensino que possibilitasse, ao mesmo tempo, a interface entre os conceitos matemáticos de equação do segundo grau e de educação ambiental transformadora, desenvolvida com base nas seis ações de estudos propostas por Davydov. A pesquisadora conclui que a temática ambiental e a Educação Matemática são temas que necessitam de aprofundamento e continuidade nas pesquisas e que a aplicação de um experimento didático-formativo poderia ampliar as reflexões sobre as perspectivas pedagógicas dos objetos estudados.

A tese de Silva (2020) investigou a formação de conceitos em crianças do terceiro ano do Ensino Fundamental, conforme a teoria do Ensino Desenvolvimental de Davydov e contribuições de Hedegaard. Para tanto, foi estruturada e aplicada uma atividade de estudo nos pressupostos da teoria do Ensino Desenvolvimental para que os alunos formassem o conceito teórico de água mediado por um experimento didático-formativo. Silva (2020) informa, como resultado da pesquisa, que a intervenção pedagógica respondeu parcialmente ao resultado esperado. Embora tenham sido identificadas mudanças pontuais na turma, houve

limitações relacionadas às práticas pedagógicas tradicionais da professora, falta de condições do sistema escolar para atender às necessidades de aprendizagem dos alunos, entre outros, que impossibilitaram alcançar os objetivos plenos da pesquisa.

Vanderlei (2020) pesquisou a aprendizagem do conceito de célula em estudantes do segundo ano do Ensino Médio através da aplicação de Sequências Didáticas, fundamentadas nas premissas do Ciclo da Experiência de Kelly.

De acordo com Vanderlei (2020), os resultados iniciais do estudo apontaram dificuldades na aquisição do conceito de célula e que, após a aplicação das Sequências Didáticas, houve uma construção mental mais aproximada do conhecimento científico. O autor alerta ainda, para a necessidade de o professor buscar alternativas para um ensino mais dinâmico e atrativo para que os alunos consigam apreender melhor, principalmente conteúdos de natureza mais subjetiva como os abordados em Biologia.

Em uma proposta multidisciplinar envolvendo a Geografia, Biologia e Educação ambiental, Layoun (2021), buscou compreender formas de organização do ensino que levem à formação do pensamento teórico a partir de situações desencadeadoras de aprendizagem provenientes de questões socioambientais que os alunos vivenciam em seu cotidiano. A pesquisa se fundamenta nas teorias Histórico-Cultural, Teoria da Atividade e teoria do Ensino Desenvolvimental. Foram desenvolvidas ações de aprendizagem com alunos do Ensino Médio de uma escola pública estadual de Campo Grande – MS que abordaram as disciplinas que compunham o estudo. Layoun (2021) evidenciou a carência por uma estruturação do ensino que promova a formação de conceitos e que implique na aquisição, por parte dos alunos, de uma consciência crítica que desperte para a necessidade de transformação da realidade de forma coletiva.

Freitas (2021) objetivou investigar as características apresentadas pelos processos de experimentação e investigação no ensino de Ciências do Ensino Fundamental na concepção davydoviana. Realizando uma pesquisa qualitativa teórico-narrativa, Freitas (2021) analisou a concepção de ensino de Ciências, baseado na investigação e experimentação, previsto na BNCC-MEC/2017 e no DC-GO/2018, além de artigos científicos, teses, dissertações e trabalhos publicados no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC).

Entre suas conclusões com o estudo, Freitas (2021), cita a constatação do aspecto formal e instrumental do ensino de Ciências, contido nos documentos curriculares de referência, que limita o processo de aquisição de conhecimento por parte dos alunos ao nível empírico e a contribuição da teoria desenvolvimental para formação de conceitos, visto que essa teoria incorpora os processos de experimentação e investigação em sua estrutura conceitual.

Santos (2021) analisou as contribuições da teoria do Ensino Desenvolvimental para o ensino do conceito território da saúde em cursos de graduação da área da saúde. A pesquisa contou com revisão de literatura e pesquisa bibliográfica, assim como a aplicação de uma atividade de estudo relacionada ao conceito território da saúde orientada de acordo com as seis ações propostas por Davydov. O autor conclui que o potencial do Ensino Desenvolvimental para a formação do conceito de estudo proposto ao propiciar a formação do pensamento teórico em uma perspectiva dialética, tornando-se uma ferramenta intelectual mais justa e democrática para o implemento do cuidado à saúde.

Dos quinze (15) trabalhos selecionados para análise mais aprofundada, por sua similaridade com o tema desta tese, quatro (04) investigaram a formação do conceito célula, mas com um arcabouço teórico sem fundamentação em Vygotsky ou no Ensino Desenvolvimental de Davydov, são eles: França (2015), Neves (2015), Pinheiro (2019) e Vanderlei (2020). Somente os dois últimos conduziram seus estudos voltados para séries do Ensino Médio, o que demonstra a limitada investigação do tema célula nesta etapa do ensino básico.

Onze estudos abordaram a teoria Histórico-Cultural de Vygotsky e a teoria do Ensino Desenvolvimental de Davydov, à exceção de Garcia (2013) que fundamentou sua tese nas concepções de Vygotsky para investigar a formação do conceito célula, abordando brevemente o processo lógico-histórico da descoberta da célula à proposição da teoria celular. Contudo, a autora não aludiu o Ensino Desenvolvimental. Pinheiro (2018) também se deteve em Vygotsky para investigar o conceito de células em livros didáticos.

Três pesquisadores desenvolveram experimentos do tipo didático-formativo para analisar a formação de conceitos conforme os pressupostos do Ensino Desenvolvimental de Davydov: Miranda (2017), Campos (2019) e Silva (2020), nenhum relativo ao conceito célula.

A ausência de trabalhos que investigassem a formação do conceito célula, em uma perspectiva desenvolvimental, através de um experimento didático-formativo, aliado a uma avaliação do estado do conhecimento sobre esse objeto de estudo, reforça a relevância e colaboração desta tese para problematização da aprendizagem de conceitos biológicos de acordo com os pressupostos da teoria do ensino desenvolvimental de Davydov. O direcionamento do estudo para alunos de Ensino Médio também contribui para trazer as pesquisas sobre educação para uma etapa de ensino pouco explorada, quando se trata de formação de conceitos na perspectiva de Vygotsky e Davydov. Além do mais, a vinculação da pesquisa ao resgate lógico-histórico do objeto é pouco encontrada nos trabalhos pesquisados

nos últimos dez anos, sendo essa uma ação necessária no processo de formação de conceitos teóricos, segundo Vygotsky (1998) e Davydov (1988), como foi abordado na presente tese.

No próximo capítulo será abordado a proposta de experimento didático-formativo para formação do conceito célula.

3 PROPOSTA DE EXPERIMENTO DIDÁTICO-FORMATIVO

Neste capítulo está estruturada uma proposta de experimento didático-formativo para o desenvolvimento do conceito célula em alunos da primeira série do Ensino Médio da Educação Básica. Reforça-se a justificativa da proposta do experimento ser para esta série devido à ampla experiência de atuação do pesquisador neste nível de ensino e também porque é a série com maior ênfase do objeto de estudo, de acordo com os conteúdos programáticos. Como o aporte teórico desta pesquisa está vinculado à teoria histórico-cultural de Vygotsky e seus desdobramentos, sobretudo a teoria desenvolvimental, a elaboração da atividade de estudo segue as orientações de Davydov.

Davydov (1988, p.158) assegura que a incursão do aluno na escola é uma época fulcral na sua vida, pois ele passa a ter novas obrigações, comportamento e organização pessoal. É nesse momento que o adolescente inicia a apropriação dos princípios “das formas mais desenvolvidas de consciência social”, representadas pelas ciências, arte, moralidade e leis.

No processo da aprendizagem, que é a atividade principal dos primeiros períodos da idade escolar, as crianças reproduzem não somente o conhecimento e habilidades correspondentes aos fundamentos daquelas formas de consciência social, mas também as capacidades construídas historicamente, que estão na base da consciência e do pensamento teórico: reflexão, análise e experimento mental (DAVYDOV, 1988, p. 158).

Para Davydov (1988, p.158), as crianças passam a desenvolver a atividade típica desta fase de suas vidas que é a atividade de estudo, cujo conteúdo é representado pela “[...] combinação unificada da abstração substantiva, generalização e conceitos teóricos” e caracteriza um dos tipos de atividade que a criança reproduz. Contudo, Davydov alerta para a necessidade de não confundir o termo “atividade de estudo” com o termo “aprendizagem”, visto que a aprendizagem pode ocorrer de variadas formas e ambientes, mas a atividade de estudo é centrada na escola e

[...] tem um conteúdo e uma estrutura especiais e deve ser diferenciada de outros tipos de atividade que as crianças realizam tanto nos anos iniciais da escolarização quanto em outros momentos da vida (por exemplo, da atividade lúdica, da atividade sócio-organizacional, da atividade relacionada ao trabalho, por exemplo) (DAVYDOV, 1988, p.158,159).

Freitas (2016) aponta que é na escola que os alunos irão se apropriar da cultura que a sociedade humana produziu e acumulou durante sua trajetória histórica. É também no ensino escolar que o aluno expande seus conceitos, desenvolve suas funções cognitivas superiores, enfim, sua consciência. No ambiente escolar, as exigências de pensamento são diferentes

daquelas que o aluno encontra na vida social fora da escola e o conhecimento característico é o conhecimento científico.

Em concordância com as ideias de Vygotsky, Libâneo (2004) defende a necessidade de mudança de paradigma em relação ao ensino que é praticado nas escolas atualmente.

Para superar a pedagogia tradicional empiricista, é necessário introduzir o pensamento teórico. O papel do ensino é justamente o de propiciar mudanças qualitativas no desenvolvimento do pensamento teórico, que se forma junto com as capacidades e hábitos correspondentes (LIBÂNEO, 2004a, p.14).

O Ensino Desenvolvimental proposto por Davydov tem como instrumentos fundamentais para efetivar o desenvolvimento mental do aluno o ensino e a educação, mediados pelos adultos, que, no caso da escola, geralmente é mediado pelo professor. Libâneo (2004) oferece uma síntese das ideias de Davydov sobre o ensino para o desenvolvimento:

- a) A educação e o ensino são fatores determinantes do desenvolvimento mental, inclusive por poder ir adiante do desenvolvimento real da criança.
- b) Deve-se levar em consideração as origens sociais do processo de desenvolvimento, ou seja, o desenvolvimento individual depende do desenvolvimento do coletivo. A atividade cognitiva é inseparável do meio cultural, tendo lugar em um sistema interpessoal de forma que, através das interações com esse meio, os alunos aprendem os instrumentos cognitivos e comunicativos de sua cultura. Isto caracteriza o processo de internalização das funções mentais.
- c) A educação é componente da atividade humana orientada para o desenvolvimento do pensamento através da atividade de aprendizagem dos alunos (formação de conceitos teóricos, generalização, análise, síntese, raciocínio teórico, pensamento lógico), desde a escola elementar.
- d) A referência básica do processo de ensino são os objetos científicos (os conteúdos), que precisam ser apropriados pelos alunos mediante a descoberta de um princípio interno do objeto e, daí, reconstruído sob forma de conceito teórico na atividade conjunta entre professor e alunos. A interação sujeito-objeto implica o uso de mediações simbólicas (sistemas, esquemas, mapas, modelos, isto é, signos, em sentido amplo) encontradas na cultura e na ciência. A reconstrução e reestruturação do objeto de estudo constituem o processo de internalização, a partir do qual se reestrutura o próprio modo de pensar dos alunos, assegurando, com isso, seu desenvolvimento (LIBÂNEO, 2004a, p.15).

De acordo com Davydov (1988), as crianças começam a sentir a necessidade de aprendizagem quando o conhecimento adquirido durante a vida cotidiana e recreativa não é mais suficiente para satisfazer seus interesses cognoscitivos. Nesta busca por fontes mais amplas de conhecimento se valem da comunicação com os adultos, das observações em relação ao meio nas quais estão inseridas, e do que encontram em variadas fontes que tiverem acesso, tais como livros, revistas e filmes. Com o avanço da idade, cresce a necessidade de fontes mais abundantes de conhecimento e a escola vem cumprir esse papel.

O ingresso na escola permite à criança sair dos limites do período infantil de sua vida, ocupar uma nova posição na vida e passar ao desempenho da atividade de estudo, socialmente significativa, que lhe oferece um rico material para satisfazer seus interesses cognoscitivos. Estes interesses atuam como premissas psicológicas para que na criança surja a necessidade de assimilar conhecimentos teóricos (DAVYDOV, 1988, p.169).

Durante a entrada na escola, a criança está saindo do período em que a sua atividade principal são as brincadeiras e os jogos e entrando em um período no qual a atividade de estudo passa a ser a atividade principal. Nesse contexto, os conhecimentos teóricos constituem o conteúdo e a necessidade da atividade de estudo, gerando o desejo de aprender, que, por sua vez, leva a execução de ações que derivam dos motivos de aprendizagem. Os motivos das ações de aprendizagem propõem os alunos aos processos de reprodução dos conhecimentos teóricos e sua consequente assimilação (DAVYDOV, 1988, p.170).

Para que os alunos consigam se apropriar dos conhecimentos teóricos, Davydov (1988, p.170) ressalta que o papel de mediação do professor é essencial. É ele quem vai propor a tarefa de aprendizagem, instrumento que é a mescla entre a união do objetivo, a ação e as condições para seu alcance. No decorrer da tarefa de aprendizagem, espera-se que os alunos analisem o objeto de estudo para descobrir sua relação geral, de modo que possam construir a generalização e a abstração substantivas; deduzem as relações particulares do objeto e sua união em algum objeto integral, o que definirá o seu “núcleo” e, diante disso, a reprodução mental do objeto.

Davydov (1988) construiu um conjunto de seis ações que o professor pode seguir para orientar o aluno durante o desenvolvimento da atividade de estudo. O autor ressalta que cada ação possui operações correspondentes, que se alteram de acordo com a modificação das condições concretas de resolução da tarefa de estudo:

- * transformação dos dados da tarefa a fim de revelar a relação universal do objeto estudado;
- * modelação da relação diferenciada em forma objetivada, gráfica ou por meio de letras;
- * transformação do modelo da relação para estudar suas propriedades em “forma pura”;
- * construção do sistema de tarefas particulares que podem ser resolvidas por um procedimento geral;
- * controle da realização das ações anteriores;
- * avaliação da assimilação do procedimento geral como resultado da solução da tarefa de aprendizagem dada (DAVYDOV, 1988, p.173).

Para o desenvolvimento da proposta de formação de conceito, foram utilizadas as seis ações propostas por Davydov na construção das atividades de estudo de um experimento didático-formativo. Diante disso, será realizada breve discussão para cada uma destas ações, com intuito de apresentar suas pretensões ao leitor.

3.1 PRIMEIRA AÇÃO - TRANSFORMAÇÃO DOS DADOS DA TAREFA A FIM DE REVELAR A RELAÇÃO UNIVERSAL DO OBJETO DE ESTUDO

A primeira ação deve ser organizada de tal modo que permita ao aluno descobrir a relação universal do objeto a partir do seu conceito teórico correspondente. Encontrando a relação universal do objeto, o aluno terá percebido o aspecto real dos dados transformados e sua base genética.

Para Freitas (2016), ao estabelecer a relação geral os alunos definirão o núcleo conceitual do objeto em estudo, ultrapassando os limites de sua percepção empírica e alcançando sua forma mediada e teórica. O processo de abstração que se desencadeia com a ação de transformação dos dados da tarefa permite, então, identificar a conexão historicamente simples do objeto e definir a abstração do aspecto geral e essencial do mesmo. A apresentação de um problema na introdução da tarefa, um questionamento ou um jogo, por exemplo, são instrumentos que induzem o aluno a apreenderem as características presentes no problema, exercer o seu exame e buscar a relação geral universal, o núcleo do objeto, e definir esse núcleo como a base genética e germe de suas particularidades e características gerais (FREITAS, 2016).

No caso específico do desenvolvimento do conceito biológico célula, Freitas (2016, p. 412) o sugere como exemplo de problema para a primeira ação, para revelar a relação universal desse objeto “[...] pode ser questões do tipo como surge uma célula, de que forma os elementos constitutivos de uma célula estão inter-relacionados na produção da vida, entre outros”.

Freitas (2016) expressa o processo de identificação da relação geral e universal do objeto de ensino com o exemplo da apreensão do conceito célula:

Retomando o exemplo do conceito “célula”, a sua relação geral e universal pode ser a relação entre estrutura funcional e a estrutura morfológica composta por núcleo, citoplasma e membrana, em estreito vínculo com a constituição de um organismo vivo. Para analisar o conteúdo do conceito “célula”, busca-se explicitar o processo histórico de sua constituição pelos métodos e procedimentos de investigação utilizados na biologia celular, com vistas a identificar as ações mentais gerais e específicas conexas a esses procedimentos e que serão formadas pelos estudantes. A busca da relação geral universal que constitui um objeto coincide com a atividade científica na apreensão desse objeto. Outro aspecto a ser contemplado na análise do conteúdo é de que modo o objeto célula será analisado pelos alunos na forma concreta; como a abstração geral “célula” terá sua presença analisada em diversos tipos particulares de tecidos vegetais e animais? O professor providencia materiais e meios para proporcionar ao aluno essa análise (FREITAS, 2016, p.406 - 407).

Como apontado por Freitas (2016), o professor deve ter cuidado durante a preparação da atividade de estudo para que o conteúdo apresentado permita a análise pelos alunos e consequente abstração geral do objeto. No caso específico da célula, a apresentação dos

diferentes tipos celulares, procariontes e eucariontes, bem como de tipos celulares de determinadas partes de plantas e animais, pode contribuir de forma substancial para que os alunos construam a relação geral do objeto célula. Neste momento podem ser usados fotos, representações e, se possível, lâminas preparadas para visualização no microscópio óptico.

Um aspecto ressaltado por Freitas (2016) para a etapa de desenvolvimento da ação de transformação dos dados e formação da relação geral do objeto, é o de que os alunos não estão criando ou descobrindo essas relações, isso já foi feito anteriormente por cientistas, os alunos estão, por sua vez, compreendendo o objeto de modo abstrato, em um percurso semelhante ao que os cientistas percorreram para pensar esse objeto. Como visto na apropriação do conceito célula apresentado por Freitas, os alunos não executam procedimentos de investigação científica, eles utilizam processos de pensamento e ações mentais que já foram feitos pelos cientistas que investigaram e explicaram a célula. Utilizando os procedimentos relatados pelos cientistas nos trabalhos publicados, os alunos poderão identificar e compreender a célula na sua relação geral e usar para a compreensão dos casos específicos.

3.2 SEGUNDA AÇÃO – MODELAÇÃO DA RELAÇÃO DIFERENCIADA EM FORMA OBJETIVADA, GRÁFICA OU POR MEIO DE LETRAS

A ação seguinte à transformação dos dados da tarefa e revelação da sua relação universal é a modelação da relação diferenciando em forma objetivada gráfica ou por meio de letras (DAVYDOV, 1988, p.173). Nesta ação, o aluno representará, através de um “modelo de aprendizagem”, a relação universal do objeto detectada e caracterizada na primeira ação de transformação dos dados da tarefa proposta (DAVYDOV, 1988).

Durante a atividade de estudo, o modelo da relação universal será uma referência no processo de generalização e que a forma materializada se converte em forma intelectual representada por meio de signos (GIEST; LOMPSCHER, 2003, *apud* LIBÂNEO; FREITAS, 2009). Desse modo, o papel do desenvolvimento do modelo é auxiliar o aluno na compreensão da unidade do universal e do singular.

De acordo com Freitas (2016), é durante o processo de modelação que o aluno registra a relação geral do objeto, representando-o de forma gráfica, escrita, objetivada ou literal. É um processo criativo e reprodutivo que estimula o desenvolvimento da necessidade dos alunos para a atividade. No exemplo de modelação da célula em seu conceito biológico, os alunos devem ser capazes de recriar a relação simples e fundamental que define as células vivas, podendo representar tal relação por meio de um desenho ou construção de uma

maquete com massa de modelar, por exemplo (FREITAS, 2016, p. 412-413). Davydov (1988) acredita que o processo de modelação já representa uma produção mental e, portanto, um produto particular da atividade cognitiva humana.

3.3 TERCEIRA AÇÃO – TRANSFORMAÇÃO DO MODELO DA RELAÇÃO PARA ESTUDAR SUAS PROPRIEDADES EM “FORMA PURA”

Davydov (1988) explica que a relação universal é expressa no modelo na sua forma pura, ocultada pelos traços específicos do objeto que impedem sua análise claramente. Diante disto, os alunos devem transformar e reconstruir o modelo para conseguir transpor este ocultamento e perceber as características da relação universal.

Freitas (2016) indica que o modelo constitui uma base para os alunos efetuarem deduções, através da sua relação universal, em novas situações em que o objeto de estudo é exposto em contexto peculiar. A autora relata, ainda, que as alterações no modelo são mudanças na relação geral universal, ou nos seus elementos constitutivos, o que altera o núcleo da relação e, por conseguinte, o seu resultado. A autora explica sobre a transformação do modelo de célula durante essa terceira ação:

Por exemplo, qualquer mudança em um dos elementos essenciais que constituem o núcleo do conceito célula resultará em alterações que a descaracterizam enquanto célula, ou provocam alterações significativas que podem gerar consequências. Ao compreender isso os alunos reforçam a base genética universal do objeto célula, identificam seu vínculo com relações particulares que interferem na forma pela qual se apresenta na realidade e compreendem que está sujeita a um processo de transformação (FREITAS, 2016, p. 413).

Davydov (1988) assegura que a ação de transformação do modelo conduz os alunos a analisarem as propriedades da abstração substantiva da relação universal, que lhes permite desenvolver um método geral de resolução do problema de aprendizagem, formando assim o conceito do núcleo do objeto. Esse núcleo se adequa ao seu objeto, mediante a extração das variadas manifestações específicas do objeto. Davydov acrescenta que esta ação leva os alunos a efetivarem a tarefa inicial do processo de aprendizagem e a construção de um procedimento geral, aprendido durante o desempenho das etapas anteriores. O sucesso na resolução de tarefas particulares caracteriza a eficácia das ações de aprendizagem até então.

3.4 QUARTA AÇÃO – CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE TAREFAS PARTICULARES QUE PODEM SER RESOLVIDAS POR UM PROCEDIMENTO GERAL

A quarta ação prevê a construção de várias tarefas pelo professor para que os alunos as resolvam em atenção ao procedimento geral desenvolvido na ação anterior. Os alunos identificam nestas tarefas particulares a relação universal utilizando-a para investigar o objeto de estudo em qualquer situação real e concreta (FREITAS, 2016).

Voltando para o exemplo da célula, o professor, por exemplo, poderá apresentar variados tipos celulares para que os alunos possam identificar as suas variações ligadas à sua base interna universal comum. Para Lompscher (1999), este processo de ascensão do abstrato ao concreto é deveras oneroso e exige que o aluno mude suas estratégias de acordo com as novas situações apresentadas pelo objeto de estudo (LOMPSCHER, 1999, *apud*, FREITAS, 2016).

3.5 QUINTA AÇÃO – CONTROLE DA REALIZAÇÃO DAS AÇÕES ANTERIORES

O controle consiste no monitoramento para verificar se os alunos estão respondendo como esperado aos objetivos e condições apresentados pela tarefa. É uma ação que perpassa todas as outras e deve ser feita pelos próprios alunos, em um processo reflexivo, de comparar o que desenvolveram ao que lhes foi proposto. Os alunos poderão verificar, eles mesmos, se suas ações e procedimentos permitem estabelecer a relação geral como base para identificação das especificidades do objeto nas situações particulares, através da comparação do resultado da aprendizagem com o que é pedido na tarefa de estudo. Caso entendam, após reflexão, que as ações ou os procedimentos para execução da atividade apresentaram erros ou não atenderam satisfatoriamente ao que seria esperado, devem reestruturar as ações (FREITAS, 2016).

3.6 SEXTA AÇÃO – AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Nesta ação, o professor efetuará o processo de avaliação da efetivação do conceito pretendido com os alunos.

Finalmente, o professor avalia os alunos individualmente verificando a aprendizagem do conceito. O foco da avaliação pode ser orientado pela pergunta: o aluno se apropriou da relação geral abstrata e a utiliza na análise de relações particulares concretas do objeto? Davydov considera o conceito de tarefa muito complexo dentro da psicologia e da pedagogia, razão pela qual sua compreensão requer o conhecimento dos princípios básicos da dialética necessários ao entendimento do universal, o particular e o singular. Essa advertência do autor leva a

outra: a capacidade de um professor de formular adequadamente uma tarefa implica que sua formação o prepare para isso FREITAS, 2016, p.415).

Como elucidada Freitas (2016), o professor deverá apresentar questionamentos aos alunos para que eles se utilizem do conceito desenvolvido durante as aulas para respondê-los, verificando desse modo se houve a aprendizagem do conceito proposto.

Takahashi e Fernandes (2004) argumentam que toda aula é uma situação distinta para o professor, que exige a formulação e aplicação de metodologias distintas que atendam os objetivos e conteúdos de aprendizagem que são propostos. A metodologia deve atender à dinâmica da etapa de ensino, o conteúdo específico, os objetivos a serem alcançados e recursos disponíveis. Destarte, o plano de aula é uma ferramenta indispensável na organização e planejamento das atividades que irão compor o processo didático e avaliativo.

O Plano de unidade (ou plano de aula) fornece os indicadores qualitativos daquilo que se espera que os alunos aprendam. Na teoria do ensino desenvolvimental, o aspecto essencial do ensino é a mediação didática da mediação cognitiva. Ou seja, o ensino consiste na atuação do professor na relação do aluno com o objeto de estudo, ajudando-o a formar e desenvolver capacidades intelectuais (conceitos) por meio dos conteúdos. Por isso, os planos de ensino estão diretamente relacionados com os processos de formação de ações mentais que se dão na atividade de aprendizagem. Ou seja, os objetivos registrados no plano devem expressar resultados da aprendizagem do aluno em termos de formação de ações mentais relacionadas com os conteúdos (LIBÂNEO; FREITAS, 2009, p.1).

Libâneo e Freitas (2009, p.4) ressaltam que o planejamento em uma perspectiva desenvolvimental, evidencia o “lugar dos motivos dos alunos” como elemento importante na organização de atividades que despertem o interesse e a necessidade do ensino por parte deles. A falta do motivo pode fazer com que o aluno não desenvolva interesse pelo conteúdo de estudo e não entre em atividade, não reconhecendo a necessidade de se apropriar daquele conhecimento. Como o ensino desenvolvimental busca o desenvolvimento omnilateral dos sujeitos, desconsiderar fatores que dizem respeito ao aspecto sociocultural dos alunos representa um ponto falho na organização das ferramentas de aprendizagem.

O quadro 11 apresenta uma proposta de plano de ensino para a aprendizagem do conceito célula, em uma perspectiva desenvolvimental.

Quadro 11- Plano de ensino para a formação do conceito de célula

Plano de Ensino
<p>Nível de Ensino: Educação Básica</p> <p>Turma: 1ª Série do Ensino Médio</p> <p>Disciplina: Biologia</p>

Número de aulas: 8 aulas de 50 minutos cada		
Conceito: Célula		
Princípio Universal: A célula é a unidade fundamental de todos os seres vivos.		
Objetivo Geral: Formar o conceito teórico célula,		
Conteúdos	Objetivos Específicos (ações mentais)	Desenvolvimento Metodológico
<p>Aulas - 1 e 2</p> <p>Movimento lógico histórico do conceito de célula: o estudante deverá ser capaz de compreender o processo de transição que possibilitou a estruturação da Teoria Celular, que reconheceu a célula como a unidade morfológica de todos os seres vivos.</p> <p>A célula: Princípio Geral</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Observar - Analisar - Refletir - Criticar 	<p>Conversar sobre o lógico-histórico do conceito de célula (Apêndices B e C).</p> <p>Propor a resolução de problemas envolvendo o conceito de célula (Apêndice D).</p> <p>Controlar a condução das atividades.</p> <p>Avaliar as ações por meio do envolvimento e participação dos alunos nas atividades propostas.</p> <p>Ação: Transformação dos dados da tarefa a fim de revelar a relação universal do objeto de estudo.</p>
<p>Aulas - 3 e 4</p> <p>Conceito de célula.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Observar -Comparar -Relembrar -Identificar -Sintetizar 	<p>Apresentação da resolução dos problemas envolvendo o conceito de célula (Apêndice D).</p> <p>Ação: Transformação dos dados da tarefa.</p> <p>Propor e corrigir a Tarefa 2 (Apêndice F).</p> <p>Ação: Modelação da relação universal.</p> <p>Controlar a condução das atividades.</p> <p>Avaliar as ações por meio do envolvimento e participação dos alunos nas atividades propostas.</p>
<p>Aulas - 5 e 6</p> <p>Conceito de célula.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Observar -Comparar -Relembrar -Identificar -Sintetizar 	<p>Propor e corrigir a Tarefa 3 (Apêndice H).</p> <p>Ação: Transformação do modelo.</p> <p>Controlar a condução das atividades.</p> <p>Avaliar as ações por meio do envolvimento e participação dos alunos nas atividades propostas.</p>
<p>Aulas - 7 e 8</p> <p>Conceito de</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar - Criticar 	<p>Propor e corrigir a Tarefa 4 (Apêndice J).</p> <p>Controlar a condução das atividades.</p>

célula.	<ul style="list-style-type: none"> - Sintetizar - Generalizar - Aplicar 	<p>Ações: controle da realização das ações anteriores e avaliação da assimilação do procedimento geral como resultado da solução da tarefa de aprendizagem dada.</p> <p>Avaliar as ações por meio do envolvimento e participação dos alunos nas atividades propostas.</p> <p>Aplicar a Tarefa 5 (Apêndice K).</p> <p>Ação: verificação da aprendizagem por parte do professor.</p>
---------	--	--

Fonte elaborado pelo autor, 2022.

De modo a explicar o processo de ensino e aprendizagem pretendido aos alunos durante o estudo, discute-se o plano de ensino proposto, bem como as ações inerentes a cada etapa de desenvolvimento do experimento didático-formativo. A discussão abrangerá a intenção do planejamento, abordando os objetivos e metodologia, além das tarefas oferecidas aos alunos.

O plano de ensino da pesquisa foi organizado, conforme as orientações apresentadas por Libâneo e Freitas (2009) que ressaltam as particularidades necessárias para desenvolver um plano de ensino nas características do Ensino Desenvolvimental. Os componentes do plano foram adaptados às necessidades do autor, relacionados a seu objeto de estudo e nível de ensino em que o mesmo se desenvolve.

O quadro 12 apresenta o apêndice B, que foi utilizado para conversar sobre o lógico-histórico do conceito de célula. A partir do diálogo sobre o percurso feito pelos cientistas para o desenvolvimento do conceito célula e utilizando-se as ações mentais para analisar e criticar, espera-se que os alunos compreendam quais foram as ações dos cientistas em todo o percurso histórico até os dias atuais. Espera-se também que eles percebam quais foram as tensões enfrentadas por estes, assim como as dificuldades que permearam todo o processo.

Esta atividade tem como objetivo, também, motivar e despertar nos alunos o desejo de apreender o conceito célula e se colocar em atividade durante a resolução dos problemas que serão apresentados. Por meio da ação mental refletir, o professor conduzirá o pensamento dos alunos para que compreendam o impacto social do desenvolvimento deste conceito.

Quadro 12 - O lógico-histórico do conceito de célula

APÊNDICE B - O lógico-histórico do conceito célula

Conversar sobre o lógico-histórico do conceito de célula, contribuindo com a análise dos alunos sobre o percurso feito pelos cientistas para o desenvolvimento do conceito célula. Auxiliar no movimento do pensamento deles para que possam refletir e criticar sobre todo o percurso até os dias atuais, para que percebam as contradições, avanços e retrocessos que enfrentaram. Conduzir o pensamento dos alunos para compreensão das tensões que existem e as dificuldades que ainda persistem nesse campo até o momento.

O professor fará alguns questionamentos, abrindo espaço para que os alunos possam responder em voz alta, para toda a turma. Assim, será possível conduzir o diálogo de acordo com o planejamento e objetivos propostos.

Alguns questionamentos serão norteadores nesse diálogo:

- Quando surgiram os primeiros questionamentos sobre as células?
- Quantas células, aproximadamente, existem no nosso corpo?
- Quais são os seres que possuem células?
- Quais são as ferramentas necessárias para observação das células?

Logo em seguida, o professor apresentará um slide motivacional (Apêndice C), como auxílio do Datashow.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O quadro 13, relativo ao apêndice C, continua a análise do processo lógico-histórico da construção do conceito célula. Esta tarefa, deverá levar os alunos à compreensão que o advento do microscópio possibilitou a visualização da célula e de algumas de suas estruturas internas, bem como sua identificação e caracterização como estrutura universal dos seres vivos. Na comparação de imagens microscópicas e macroscópicas apresentadas pela figura 5, do quadro 14, o aluno deverá identificar as discrepâncias entre seres uni e pluricelulares, bem como a necessidade do uso de um microscópio para visualização de alguns destes organismos. A figura 6, no mesmo quadro, apresenta o microscópio rudimentar utilizado por Hooke para visualizar o fragmento de cortiça e tem a intenção de levar o aluno a refletir a importância


desta ferramenta na descoberta da célula, bem como perceber o avanço da tecnologia em relação a esse instrumento.

Quadro 13 - Slide motivacional - Parte 1

APÊNDICE C - Slide motivacional


Observem estas imagens e reflitam sobre algumas questões:

Figura 3 - Exemplo de Vegetal



Fonte: <https://www.ecoresponse.com.br/blog/noticia-interna/dia-da-arvore-200.2022>

Figura 4 - Exemplo de Animal



Fonte: <https://blog.cobasi.com.br/qual-o-maior-animal-do-mundo/.2022>

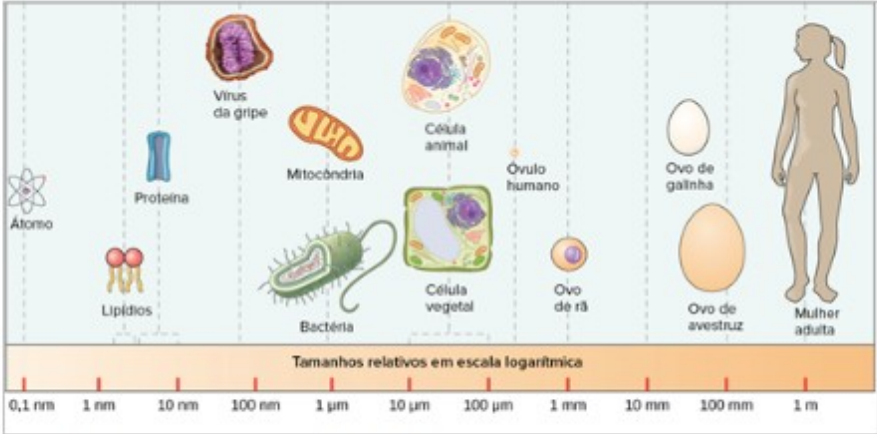
Problematizando:

- Vocês acham que a célula sempre foi considerada a estrutura que compõe o corpo dos seres vivos?
- Por que os cientistas que estudaram a estrutura do corpo de animais e vegetais não conseguiam ver as células?
- Por que vocês acham que é difícil visualizar uma célula?
- Na opinião de vocês, qual foi o instrumento que permitiu visualizar a célula pela primeira vez?

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

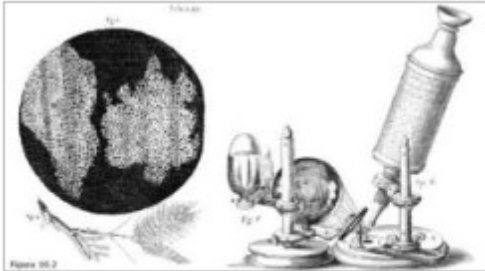
Quadro 14 - Slide motivacional - Parte 2

Figura 5 - Comparação de tamanho entre estruturas biológicas



Fonte: <https://pt.khanacademy.org/science/6-ano/vida-e-evolucao-6-ano/celulas-procariontes-e-eucariontes/a/celulas-procariticas-e-eucariticas.2022>

Figura 6 - Microscópio do século XVIII



Fonte: [- Vocês acham que os microscópios são todos iguais?
- Vocês acham que todas as estruturas do corpo são visíveis?
- Vocês acham que existem diferenças entre as células?
- Vocês acham que todas as estruturas mostradas na figura, pertencem a seres vivos?
- Qual reflexão sobre o tamanho das estruturas biológicas pode ser feita através da figura 5?](https://planetabiologia.com/teoria-celular-a-descoberta-das-celulas/>.2022</p>
<p>Problematizando:</p>
<ul style=)

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O quadro 15 contém dois vídeos que deverão ser usados como ferramentas de estímulo dos alunos em relação ao tema de estudo. O primeiro vídeo apresenta um breve histórico da Teoria Celular, destacando alguns fatos importantes durante o percurso de desenvolvimento da mesma. No segundo vídeo, o aluno conhecerá detalhes da estrutura celular, bem como entender as escalas que envolvem a célula e estruturas relacionadas. Após a apresentação dos

vídeos, serão disponibilizadas perguntas norteadoras para auxiliar a análise do objeto em pauta, como por exemplo: Do que é formado o corpo dos seres vivos? A partir de quando foi possível observar células? Na opinião de vocês, as células de todos os seres vivos têm o mesmo tamanho e aparência?

Quadro 15 - Slide motivacional - Parte 3

Agora, vamos assistir ao vídeo de 5 minutos e 58 segundos, cujo título é: “A Teoria Celular” e link:

<https://pt.khanacademy.org/science/biology/structure-of-a-cell/modal/v/cell-theory>

Problematizando:

- Do que é formado o corpo dos seres vivos?
- A partir de quando foi possível observar células?
- Segundo o vídeo, quando um ser é considerado vivo?

Agora, vamos assistir ao vídeo de 7 minutos e 23 segundos, cujo título é: “A Escala das células” e link:

<https://pt.khanacademy.org/science/biology/structure-of-a-cell/modal/v/scale-of-cells>

Problematizando:

- Na opinião de vocês, as células de todos os seres vivos têm o mesmo tamanho e aparência?
- Vocês acham que o tamanho das células foi o único obstáculo que dificultou o trabalho de percepção das mesmas, pelos cientistas?
- Na opinião de vocês, quais as características da célula que permitiram formular uma teoria celular?

A partir dos vídeos apresentados e dos conhecimentos que já possuíam, todos puderam refletir sobre a importância da formação do conceito de célula.

Serão propostos problemas envolvendo o conceito de célula, que serão discutidos depois, entre vocês, a melhor estratégia para solucioná-los.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Ao problematizar essas questões, almeja-se que os alunos percebam que a célula nem sempre foi considerada a unidade fundamental dos seres vivos, como se sabe atualmente. O

aluno deve compreender ainda, a necessidade do uso do microscópio para a visualização da maioria das células e perceber que o tamanho microscópico das mesmas é uma característica peculiar.

A tarefa tem o propósito de proporcionar ao aluno meios para a compreensão de que o avanço tecnológico permitiu o desenvolvimento de variados tipos de microscópios, com variadas características de funcionamento e poder de visualização. Além disso, a atividade pretende proporcionar também o entendimento das características, semelhanças e diferenças, considerando-se os tipos celulares, tecidos e estruturas derivadas. Por fim, espera-se que eles apreendam que o conceito de ser vivo está intrinsecamente relacionado à presença de células como unidade básica estrutural.

O quadro 16, relativo ao apêndice D, evoca a representação de animal invertebrado (minhoca) e vertebrado (cachorro). Espera-se que o aluno perceba que estes animais possuem o corpo constituído pelo mesmo tipo de célula animal e que a diferença de tamanho é resultado da variação da quantidade dessa estrutura em cada ser vivo. Os problemas apresentados, têm o intuito de instigar os alunos na análise das características constitutivas dos seres vivos em tela. Neste momento, os alunos estão desenvolvendo a primeira ação proposta por Davydov: “transformação dos dados da tarefa a fim de revelar a relação universal do objeto de estudo”. Os alunos deverão construir a relação universal do conceito de célula, que é a identificação da célula como unidade estrutural básica de todos os seres vivos.

Quadro 16 - Tarefa 1 - Apêndice D

APÊNDICE D - Problemas envolvendo o conceito de célula - Tarefa 1

Nomes: _____ Grupo N.: _____

Observem as figuras abaixo e resolvam os problemas apresentados.

Figura 7 - Minhoca



Fonte: <https://www.ecodebate.com.br/2013/05/29/a-minhoca-e-o-mocinho-e-a-formiga-o-bandido-artigo-de-efraim-rodrigues/2022>

Figura 8 - Cachorro



Fonte: <https://fisiocarepet.com.br/cachorro-de-guarda-quais-as-melhores-racas/2022>

Problema 1- Suponha que são pesquisadores das células e analisarão a estrutura que compõe os dois animais apresentados nas Figuras 7 e 8. Vocês acham que as células que compõem o corpo desses dois animais são do mesmo tipo? Comparando o tamanho dos animais das figuras 7 e 8, percebemos a diferença de tamanho. Tendo como base as células, o que provoca a diferença de tamanho desses dois seres vivos?

Problema 2- Imagine que vocês agora são os cientistas e precisam investigar a estrutura que compõe o corpo dos animais das figuras 7 e 8. Faça um desenho que demonstre como seria a forma das células externas e internas que compõem esses animais.

Represente, por meio de um desenho, como vocês acham que seria a estrutura encontrada nesse ser vivo.

Descreva as etapas e os instrumentos que seriam utilizados durante o seu processo de investigação.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

As figuras 9 e 10, apresentadas no quadro 17, apêndice F, têm como intuito apresentar diferentes modelos ilustrativos de células vegetal e animal, com suas respectivas estruturas internas, de modo que o aluno consiga representá-las como imaginam que seriam concretamente. Durante a atividade, os alunos construirão o modelo de célula em uma

representação tridimensional utilizando massinha de modelar, de cores variadas, fornecida pelo professor. Espera-se que percebam as particularidades anatômicas das estruturas internas (organelas) e a estreita relação entre elas, bem como a ocorrência constante de determinadas organelas em todas as células apresentadas, fato que contribuiu para a caracterização das mesmas.


Quadro 17 - Tarefa 2 - Apêndice F

APÊNDICE F - Tarefa 2

Nomes: _____ Grupo N.: _____

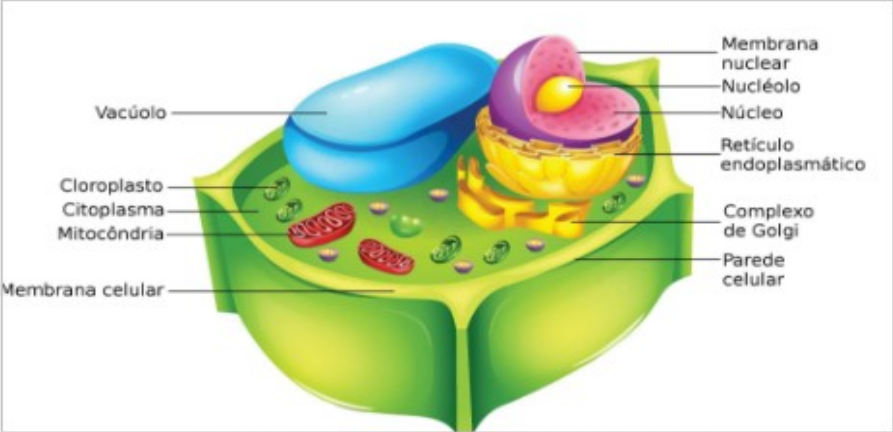
Observem as figuras abaixo.

Figura 9 - Esquema de Célula Animal



Fonte: <https://pt.vecteezy.com/arte-vetorial/413641-diagrama-de-celula-animal-em-cores.2022>

Figura 10 - Esquema de Célula Vegetal



Vacúolo

Cloroplasto

Citoplasma

Mitocôndria

Membrana celular

Membrana nuclear

Núcleo

Núcleo

Reticulo endoplasmático

Complexo de Golgi

Parede celular

Fonte: <https://www.infoescola.com/citologia/celula-vegetal/.2022>

Utilizando massinhas de modelar disponíveis, construa um modelo destas células. Representar a forma geral e estruturas internas destas células.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

No decurso da tarefa 2, apêndice F, os alunos desenvolverão a segunda ação proposta por Davydov: “modelação da relação universal” e devem representar uma célula vegetal e uma célula animal utilizando massinha de modelar, produzindo, assim, uma representação

concreta do modelo mental construído por eles destas células. O modelo os ajudará na percepção das características do objeto e no desenvolvimento das etapas seguintes do conceito célula. É importante ressaltar que, caso não haja possibilidade ou não se queira utilizar a massinha de modelar, pode-se também propor um desenho como forma de representação. Outra possibilidade, é a modelação gráfica, com o uso de computador para modelos tridimensionais.

A tarefa 3, quadro 18, introduz as figuras de uma bactéria, uma célula animal e uma vegetal, na expectativa de que o aluno entenda que as células podem ser separadas em categorias de complexidade. Almeja-se que o aluno compreenda que as células bacterianas, denominadas procariontes, não apresentam um núcleo delimitado por uma membrana, contrariamente ao que é observado nas células vegetal e animal. Espera-se, ainda, que consigam reconhecer as diferenças e semelhanças entre os tipos celulares apresentados e divulguem as observações, na forma de uma tabela, para os colegas de classe. Neste momento, os grupos que realizaram a modelação das células, farão um relato das dificuldades encontradas durante o processo.

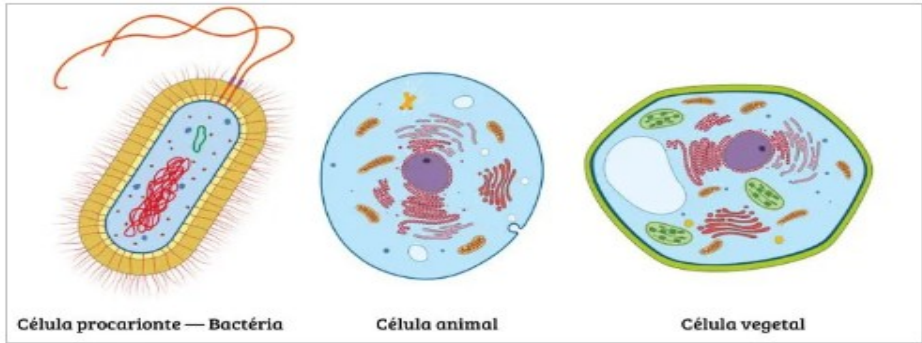
Quadro 18 - Tarefa 3 - Apêndice H

APÊNDICE H - Tarefa 3

Nomes: _____ Grupo N.: _____

Observem a Figura 11:

Figura 11 - Exemplos de Tipos Celulares



Célula procariote — Bactéria Célula animal Célula vegetal

Fonte: <https://www.preparaenem.com/biologia/celulas-eucariontes.htm>. 2022

1- Construir uma tabela, utilizando as cartolinas disponibilizadas, apresentando as semelhanças e diferenças entre as células animal, vegetal e de bactéria expostas na figura 11.

2- Descrever quais as dificuldades encontradas durante o processo de construção dos modelos das células vegetal e animal.

No decorrer desta tarefa, os alunos desenvolverão a terceira ação proposta por Davydov: Ação: Transformação do modelo. As atividades propostas devem estimular os alunos a perceberem que a célula possui características de identificação e funcionamento universais, contudo, apresenta também características particulares de forma, função e complexidade que por sua vez, definem categorias de seres vivos, tecidos e níveis de organização. A ação de transformação do modelo deve auxiliar os alunos a identificar essas deduções particulares tendo como base a relação geral.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A razão do ensino é a de proporcionar aos alunos as ferramentas cognitivas que lhes permitam se apropriar dos conhecimentos produzidos historicamente pela humanidade, para que compreendam o mundo ao seu redor e adquiram plena capacidade de interação, transformação e desenvolvimento das atividades tipicamente humanas. O ensino para o desenvolvimento humano estimula a formação de conceitos, ou seja, o desenvolvimento do pensamento e conseqüentemente, leva o sujeito a um posicionamento mais crítico, analítico e autônomo dos fenômenos naturais, sociais e culturais do meio em que vive.

Embora o ensino para o desenvolvimento devesse ser, por seus princípios, a regra adotada para o processo de ensino-aprendizagem, não é o que verdadeiramente ocorre. No ensino dito tradicional, baseado em uma lógica formal, que ainda prevalece em muitas escolas, predomina o uso dos métodos mecânicos de ensino voltados para a memorização e repetição como forma de apreensão dos conceitos. Desse modo, as finalidades educativas estão, muitas vezes, vinculadas somente para o desenvolvimento de habilidades e competências que atendam ao mercado de trabalho, por isso não tem uma perspectiva de formação ampla, integral, considerando todas as dimensões do ser humano. Nesse sentido, o aluno é estimulado e motivado para alcançar a nota necessária para aprovação para a série seguinte e também para resolver mecanicamente os exercícios das avaliações em larga escala. Como os conceitos são decorados e não internalizados através de processos mentais de formação de conceitos, são logo esquecidos, além do que o aluno não lhes confere importância ou motivo.

Este contexto reflete também no professor, que, diante do desinteresse e, conseqüente indisciplina, se torna desmotivado, cansado e desgostoso com sua prática docente. Diante disto, surgiu nossa motivação de colaborar com um estudo de desenvolvimento do conceito de célula, conforme os princípios do ensino desenvolvimental, que contribuísse com a problematização do ensino de Biologia para alunos do Ensino Médio da educação básica.

Partindo dos pressupostos da teoria histórico-cultural desenvolvida por Vygotsky e continuada por seus seguidores, realizou-se o percurso lógico-histórico do conceito de célula para identificação do seu núcleo conceitual. Como método de ação no processo ensino-aprendizagem, optou-se pela proposta de desenvolvimento de um experimento didático-formativo. Nesta proposta, os alunos participam de uma atividade de estudo elaborada em atenção às ações mentais idealizadas por Davydov. O experimento didático-formativo foi composto de oito aulas com propostas para despertar nos alunos o motivo e a necessidade de estudo, levando em conta não somente as suas expectativas de aprendizagem, mas também

seus sentimentos, valores, emoções e conhecimentos cotidianos. Considera-se que estes aspectos envolvem o aluno e despertam seu motivo para querer aprender. Aliado a isso, entende-se que conhecer o percurso histórico do objeto de estudo estimula sua análise, desconstrói falsas percepções sobre como a exploração científica desvenda os objetos e demonstra as tensões envolvidas no processo.

A partir da proposta de atividade de estudo que mobilize o aluno para a formação dos conceitos científicos relacionados à Biologia, acredita-se que eles podem se tornar autônomos e capazes de lidar criticamente com a diversidade de fenômenos que envolvem esse campo do conhecimento humano. Podendo também, contribuir com a compreensão do meio social em que os estudantes estão inseridos e com a forma de expressão do objeto de estudo, seja nos seus aspectos externos ou nos particulares. Apresenta-se, desse modo, como uma alternativa para uma proposta de atividade de estudo que promova mudanças qualitativas, aprimore as ferramentas psicológicas e permita ao aluno ir além de sua zona de desenvolvimento real.

A pesquisa demonstrou que os estudos acerca do ensino desenvolvimental no Brasil ainda podem expandir bastante. Os resultados apresentados durante a discussão dos dados encontrados no estado do conhecimento do tema, mostram que as pesquisas têm aumentado significativamente nos últimos dez anos, sobretudo na área da Educação Matemática, inclusive com algumas adaptações de experimento didático-formativo. A maior parte dos estudos voltados para a educação básica tem foco no Ensino Fundamental, fato que contribui para a relevância do nosso trabalho, que está voltado para o ensino médio. Outra revelação da investigação sobre as categorias do nosso estudo, foi a modesta quantidade de pesquisas sobre a teoria celular, pelo menos em relação à produção de dissertações e teses nos últimos dez anos, 2012 a 2021, a que correspondeu o recorte temporal utilizado.

Como o ensino desenvolvimental de Davydov se fundamenta nos pressupostos teóricos de Vygotsky, foi realizada uma revisão de literatura da epistemologia desses autores e outros considerados relevantes para embasamento deste trabalho. A construção das atividades de estudo foi planejada conforme a proposta de Davydov (1988), e os planos de aula organizados seguindo o modelo de Libâneo e Freitas (2009), que sugerem a estruturação de um plano de aula embasado nos princípios do ensino desenvolvimental.

Por conseguinte, acredita-se que esta tese se justifica pela análise realizada acerca dos princípios da teoria do ensino desenvolvimental e suas contribuições para a formação do conceito célula por escolares do primeiro ano do Ensino Médio. Entende-se que esta tese apresenta um ineditismo, à medida que se propõe à reflexão sobre as contribuições da teoria do ensino desenvolvimental para a formação do dito conceito por escolares do primeiro ano do Ensino Médio. Como não há pesquisa com esta estrutura, já realizada anteriormente,

defende-se que esta colaborou com o debate acerca da teoria histórico-cultural e dos processos pedagógicos vinculados à teoria do ensino desenvolvimental, sobretudo de Biologia.

Entende-se que esta proposta de formação de conceito biológico na perspectiva desenvolvimental não tem caráter definitivo, pelo contrário, surge como uma tentativa de contribuir para a problematização das tensões do campo e avanço nas pesquisas que envolvam a aprendizagem. Acredita-se que novos estudos somados a esse, sejam um caminho produtivo para que o ensino propicie verdadeiramente a formação integral dos alunos, garantindo uma inserção digna, motivada, crítica e justa em nossa sociedade.

A pesquisa do tipo estado do conhecimento sobre o tema desta tese, levanta reflexões sobre a necessidade de mais contribuições, na área da Biologia, sobre objetos conceituais importantes para a formação dos alunos, como é o caso da célula. Investigações que demonstrem as iniciativas de implementação de pesquisas voltadas para o ensino desenvolvimental ainda são escassas e a divulgação dos estudos e dos grupos de pesquisa pode ser ainda mais ampla. Compreende-se que esta forma de problematização, auxilia na busca por perspectivas que tornem o ensino de Biologia mais humano, agradável e próximo à realidade e necessidades dos alunos.

Durante esse percurso, muitos foram os obstáculos a serem transpostos. Uma das dificuldades para o desenvolvimento deste estudo foi a pandemia de COVID-19, anunciada em março de 2020. O distanciamento social, imposto como medida de segurança, impossibilitou a execução em campo da proposta de experimento didático-formativo para a formação do conceito célula. Desse modo, espera-se que outros pesquisadores possam efetivar esta proposta, avançando na discussão.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. V.; MAGALHÃES, F. O. Robert Hooke e o problema da geração espontânea no século XVII. *Scientiæ studia*, v. 8, p. 367-388, 2010.
- ASBAHR, F. S. F. Atividade de estudo como guia do desenvolvimento da criança em idade pré-escolar: contribuições ao currículo de Ensino Fundamental. *Currículo comum para o ensino fundamental municipal de Bauru*, v. 2, p. 95-117, 2016.
- BARBOSA, T. A. P. Historicidade e atualidade do estudo da célula nos livros didáticos de ciências do ensino fundamental. 159 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.
- BERÓN, M. P. *Historia de la teoría celular*. Universidad Nacional de Mar del Plata, 2006.
- BRITANNICA, The Editors of Encyclopaedia. "Matthias Jakob Schleiden". *Encyclopedia Britannica*, 19 Jun. 2022, <https://www.britannica.com/biography/Matthias-Jakob-Schleiden>. Acesso em 06 de outubro de 2022a.
- BRITANNICA, The Editors of Encyclopaedia. "Theodor Schwann". *Encyclopedia Britannica*, 7 Jan. 2022, <https://www.britannica.com/biography/Theodor-Schwann>. Acesso em 09 de outubro de 2022b.
- CAMPOS, E. S. Ensino para a formação de conceitos em ciências: contribuições da teoria do ensino desenvolvimental de Davydov. 266 f. Tese (Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia. 2019.
- CASTRO, A.; LOPES, R. E. A escola de tempo integral: desafios e possibilidades. *Ensaio: avaliação e políticas públicas em Educação*, v. 19, p. 259-282, 2011.
- DAHLBERG, I. Teoria do conceito. *Ciência da informação*, v. 7, n. 2, 1978.
- DAVYDOV, V. V. *Tipos de generalización en la enseñanza*. 3 ed. Trad. M. Shuare. Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1982.
- DAVYDOV, V. V. Problemas do ensino desenvolvimental: a experiência da pesquisa teórica e experimental na psicologia. Tradução: José Carlos Libâneo e Raquel A. M. da Madeira Freitas, de *Problems of developmental Teaching – The experience of theoretical and experimental psychological research*. *Soviet Education*, Ago. 1988, Vol. XXX, n.8.
- DAVYDOV, V. V. O que é a atividade de estudo. Tradução do russo por Ermelinda Prestes. *Revista Escola inicial*. Nº. 7, 1999.
- FACCI, M. G. D. A periodização do desenvolvimento psicológico individual na perspectiva de Leontiev, Elkonin e Vygotsky. *Cadernos Cedes*, v. 24, p. 64-81, 2004.
- FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. Pesquisas intituladas estado da arte: em foco. *Rev. Int. de Pesq. em Didática das Ciências e Matemática (RevIn)*, Itapetininga, v. 2, e021014, p. 1-23, 2021.

FRANÇA, J. A. A. Ensino- aprendizagem do conceito de “célula viva”: proposta de estratégia para o ensino fundamental. 2015. [136] f., il. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências)—Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

FREITAS, R. A. M. da M. Formação de conceitos na aprendizagem escolar e atividade de estudo como forma básica para organização do ensino. *Educativa (Goiânia. Online)*, v. 19, p. 388-418, 2016.

FREITAS, W. S. O ensino de ciências em uma perspectiva investigativa: contribuições da teoria de Davydov. 176p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Centro de Educação Superior de Inhumas - FacMais, Inhumas, 2021.

FREZZATTI JR, W. A. Haeckel e Nietzsche: aspectos da crítica ao mecanicismo no século XIX. *Scientiae studia*, v. 1, p. 435-461, 2003.

GARCIA, J. V.. Apropriação do conceito de célula por estudantes de escolas públicas de Santa Maria, RS, a partir de uma ferramenta pedagógica. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria. 2013.

GIEST, H.; LOMPSCHER, J. Formation of Learning Activity and Theoretical Thinking in Science Teaching. In A. Kozulin, B. Gindis, V. Ageyev, & S. Miller (Eds.), *Vygotsky's Educational Theory in Cultural Context (Learning in Doing: Social, Cognitive and Computational Perspectives)*, pp. 267-288). Cambridge: Cambridge University Press. 2003.

HOOKE, R. *Micrographia: or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses with observations and inquiries thereupon*. London: J. Martyn and J. Allestry, 1665.

KOPNIN, P. V. A dialética como lógica e teoria do conhecimento. *Civilização Brasileira*, 1978.

Küster, E. O. Educação ambiental na perspectiva do ensino desenvolvimental de Davydov / Eliakim Oliveira Küster. 141 f. Dissertação (Mestrado) – IFG – Câmpus Jataí, Programa de Pós – Graduação em Educação para Ciências e Matemática, 2016.

LAYOUN, B. R. A formação do pensamento teórico em atividades de aprendizagem e o desenvolvimento de conceitos em reciprocidade com a educação ambiental. 291 f. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2021.

LEONTIEV, A. N. *Atividade, consciência e personalidade*. Buenos Aires: Ciencias del Hombre, 1978.

LEONTIEV, A. N. *As necessidades e os motivos da atividade*. 1961.

LEONTIEV, A. N. et al. Os princípios do desenvolvimento mental e o problema do atraso mental. In: LURIA, A. R. et al. *Psicologia e pedagogia*, v. 1, p. 99-119, 2005.

LEVANDOWSKI, J.; JUSTUS, J. F. C. *O Ensino sobre Células e as ações nos seres vivos*. 2016.

LIBÂNEO, J. C. Tendências pedagógicas In: Democratização da Escola Pública—a pedagogia crítico-social dos conteúdos. São Paulo: Loyola, p. 113-147, 1992.

LIBÂNEO, J. C. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a Teoria Histórico-cultural da Atividade e a contribuição de Vasili Davydov. Revista Brasileira de Educação, p. 5-24, 2004a.

LIBÂNEO, J. C. A aprendizagem escolar e a formação de professores na perspectiva da psicologia histórico-cultural e da teoria da atividade. Educar em Revista, p. 113-147, 2004b.

LIBÂNEO, J. C.; FREITAS, R. A. M. M. A elaboração de planos de ensino (ou de unidades didáticas) conforme a Teoria do Ensino Desenvolvimental. Texto para uso didático na disciplina Didática e Ensino Desenvolvimental, no Programa de Pós-Graduação em Educação—Linha Teorias da Educação e Processos Pedagógicos, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Digitado em 2009.

LIBÂNEO, J. C. O dualismo perverso da escola pública brasileira: escola do conhecimento para os ricos, escola do acolhimento social para os pobres. Educação e pesquisa, v. 38, p. 13-28, 2012.

LIBÂNEO, J. C.; FREITAS, R. A. M. M. Vasily Vasilyevich Davydov: a escola e a formação do pensamento teórico-científico. Ensino desenvolvimental: vida, pensamento e obra dos principais representantes russos. Uberlândia: EDUFU, p. 315-350, 2013.

LIBÂNEO, J. C.; FREITAS, R. A. M. M. Abstração, generalização e formação de conceitos no processo de ensino e aprendizagem. In: PUENTES, Roberto Valdés; LONGAREZI, Andréa Maturano (Orgs.). Ensino desenvolvimental: sistema Elkonin-Davidov-Repkin. Campinas: Mercado de Letras; Uberlândia: Edufu, 2019, p. 213-240.

LIBÂNEO, J. C. Finalidades educativas escolares em disputa, currículo e didática. Em defesa do direito à educação escolar: didática, currículo e políticas educacionais em debate. Goiânia: CEPED/Espaço Acadêmico, p. 33-57, 2019.

LOBO, D. A. Ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental: a formação de conceitos científicos e o desenvolvimento dos alunos. 110 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia-GO. 2018.

LOMPSCHER, J. Learning activity and its formation: ascending from the abstract to the concret. In: HEDEGAARD, M.; LOMPSCHER, J. (Ed.). Learning activity and development. Aarhus (Dinamarca): Aarhus University Press, 1999.

LURIA, A. R. A atividade consciente do homem e suas raízes histórico-sociais. In: LURIA, A. R. Curso de Psicologia Geral. Tradução de Paulo Bezerra. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, v. I, 1979. p. 71-84.

MARTINS, R. A. Robert Hooke e a pesquisa microscópica dos seres vivos. Filosofia e história da biologia, v. 6, n. 1, p. 105-142, 2011.

MARX, K. O capital: crítica da economia política: Livro I: o processo de produção do capital. Tradução Reginaldo Sant'Anna. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2013.

MAYR, E. O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança. Ed. UnB, 1998.

MIRANDA, E. S. A. A experimentação no ensino de Biologia: contribuições da teoria do ensino desenvolvimental para a formação no pensamento teórico. 228 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Educação (FE), Programa de Pós-Graduação em Educação, Goiânia, 2017.

NEVES, R. F. Abordagem do conceito de célula : uma investigação a partir das contribuições do Modelo de Reconstrução Educacional (MRE). 264 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2015.

OLIVEIRA, M. K. Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento-um processo sócio-histórico. In: Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento-um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione. 1993.

OLIVEIRA, M. K. Vygotsky e o processo de formação de conceitos. Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão, 1992.

PINHEIRO, R. M. S. O conceito de célula em livros didáticos de biologia: análise sob uma perspectiva histórico-crítica. 165 f. Dissertação (Mestrado Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

PINHEIRO, W. A. A construção do conceito de célula a partir de uma webgincana. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências na Educação Básica) - Universidade do Grande Rio “Prof. José de Sousa Herdy”, Escola de Educação, Ciências, Letras, Artes e Humanidades. Duque de Caxias, 2019.

PRESTES, M. E. B. Teoria celular: de Hooke a Schwann. Ed. Scipione, 1997.

RABELLO, E. T.; PASSOS, J. S. Vygotsky e o desenvolvimento humano. Portal Brasileiro de Análise Transacional, p. 1-10, 2010.

REGO, T. C. Vygotsky. Uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.

SANTOS, O. P. Contribuições do aporte teórico de Davydov para o ensino do conceito território da saúde. 184 fl. Tese (Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia. 2021.

SILVA, E. C. C. A teoria celular em livros didáticos de biologia: uma análise a partir da abordagem histórico-filosófica da ciência. 290 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2014.

SILVA, E. A atividade de estudo no ensino fundamental conforme a teoria do ensino desenvolvimental de V. Davydov e contribuições de M. Hedegaard: um experimento didático em ciências. 285 f. Tese (Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia. 2020.

SILVA, E. C. C.; AIRES, J. A. Panorama histórico da Teoria Celular. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, São Paulo, v. 14, p. 1-18, 2016.

SOUSA, M. C. O Ensino de Matemática da Educação Básica na Perspectiva Lógico-Histórica. *Perspectivas da Educação Matemática*, v. 7, n. 13, 2014.

SOUSA, M. C.; MOURA, M. O. O movimento lógico-histórico em atividades de ensino de matemática: unidade dialética entre ensino e aprendizagem. *Anais do Encontro Nacional de Educação Matemática*, São Paulo, 2016.

TAKAHASHI, R. T.; FERNANDES, M. F. P. Plano de aula: conceitos e metodologia. *Acta Paul Enferm.*, v. 17, n. 1, p. 114-118, 2004.

TEULÓN, A. A. La teoría celular, paradigma de la Biología del siglo XIX. *Dynamis: Acta Hispanica ad Medicinae Scientiarumque Historiam Illustrandam*, v. 2, p. 241-262, 1982.

TORRES, A. C. P. L. G. C. Aprendizagem escolar e a formação de conceitos. In: II Congresso Internacional de Investigación de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional de La Plata (La Plata, 2009). 2009.

VANDERLEI, A. B. (Re)construção do conceito de célula: uma sequência didática com estudantes do ensino médio. *Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2020.*

VENDRUSCOLO, L. O. A. Estudo sobre a interface entre educação ambiental transformadora e a matemática com base nos pressupostos da teoria do ensino desenvolvimental. 99 p. *Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2020.*

VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998, 191p.

VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Plano das Aulas 1 e 2

Série: 1. Ano do Ensino Médio

Conteúdo:

Movimento lógico histórico do conceito de célula: o estudante deverá ser capaz de compreender o processo de transição que possibilitou a estruturação da Teoria Celular, que reconheceu a célula como a unidade morfológica de todos os seres vivos.

Objetivo Geral:

Formar o conceito teórico de célula, cujo princípio geral é de que a célula é a unidade fundamental de todos os seres vivos.

Objetivos Específicos:

- Compreender as ações, tensões e dificuldades enfrentadas pelos cientistas, durante o percurso histórico, na busca pela estrutura formadora do corpo dos seres vivos.

-Identificar a relação universal do conceito de célula, reconhecendo esta, como estrutura formadora de todos os seres vivos.

-Refletir sobre os obstáculos enfrentados na pesquisa do mundo microscópico ocasionados principalmente pela tecnologia rudimentar.

Metodologia:

* Conversar sobre o lógico-histórico do conceito de célula (Apêndices B e C).

-Por meio das ações mentais analisar e criticar, conversar com os alunos a fim de compreender quais foram as ações dos cientistas em todo o percurso histórico até os dias atuais e perceber quais foram as tensões enfrentadas por estes, assim como as dificuldades que enfrentaram e ainda persistem, até o momento.

-Com o auxílio do Datashow, apresentar um slide motivacional (Apêndice C) para que desperte nos alunos o desejo de apreender o conceito de célula, assim como entrar em atividade para resolução dos problemas que forem apresentados pelo professor.

-Priorizando a ação mental refletir, conduzir o pensamento dos alunos para que compreendam o impacto social do desenvolvimento do conceito de célula.

*Propor a resolução de problemas envolvendo o conceito de célula (Apêndice D).

-Ação a ser desenvolvida: transformação dos dados da tarefa a fim de revelar a relação geral do objeto de estudo.

-Conversar com os alunos sobre a importância da participação e envolvimento deles na atividade proposta para que seja formado o conceito de célula.

-Formar grupos de cinco alunos e distribuir a Tarefa 1 (Apêndice D), para que possam discutir entre eles a melhor estratégia para solucionar os problemas apresentados. Entregar uma folha de respostas por grupo, orientando que deverão apresentar e discutir estas respostas com toda a turma, em um próximo momento, que será indicado pelo professor.

-Utilizando-se das ações mentais observar e criticar, acompanhar o desenvolvimento das atividades de cada grupo, observando e mediando o processo, conduzindo o questionamento e desafiando o pensamento para que seja formado o conceito de célula.

*Controlar a condução das atividades.

-Por meio do diálogo e das ações mentais refletir e criticar, fazer as intervenções necessárias, de acordo com o objetivo da aula, discutindo os erros e acertos com os alunos, durante as tarefas.

*Avaliar as ações por meio do envolvimento e participação dos alunos nas atividades propostas.

-Utilizando-se das ações mentais analisar e refletir, dialogar com a turma a fim de que sejam reveladas as dificuldades e as mudanças qualitativas no pensamento dos alunos.

Avaliação:

-Os alunos farão uma autoavaliação indicando as dificuldades e a compreensão do procedimento geral usado para resolução da tarefa.

-O professor observará, durante todo o processo de ensino-aprendizagem, reconhecendo o envolvimento e a participação dos alunos durante a resolução das tarefas e em toda a atividade.

Referências:

-<https://pt.khanacademy.org/science/biology/structure-of-a-cell/v/cell-theory?modal=1>

-<https://pt.khanacademy.org/science/biology/structure-of-a-cell/introduction-to-cells/v/scale-of-cells?modal=1>

- AMABIS, José Mariano; RODRIGUES, Gilberto Martho. Fundamentos da Biologia Moderna. Moderna, 1997.

APÊNDICE B - O lógico-histórico do conceito célula

Conversar sobre o lógico-histórico do conceito célula, contribuindo com a análise dos alunos sobre o percurso feito pelos cientistas para o desenvolvimento do conceito célula. Auxiliar no movimento do pensamento deles para que possam refletir e criticar sobre todo o percurso até os dias atuais, para que percebam as contradições, avanços e retrocessos que enfrentaram. Conduzir o pensamento dos alunos para compreensão das tensões que existem e as dificuldades que ainda persistem nesse campo até o momento.

O professor fará alguns questionamentos, abrindo espaço para que os alunos possam responder em voz alta, para toda a turma. Assim, será possível conduzir o diálogo de acordo com o planejamento e objetivos propostos.

Alguns questionamentos serão norteadores nesse diálogo:

- Quando surgiram os primeiros questionamentos sobre as células?
- Quantas células, aproximadamente, existem no nosso corpo?
- Quais são os seres que possuem células?
- Quais são as ferramentas necessárias para observação das células?

Logo em seguida, o professor apresentará um slide motivacional (Apêndice C), como auxílio do Datashow.

APÊNDICE C - Slide motivacional

Observem estas imagens e reflitam sobre algumas questões:

Figura 3 - Exemplo de Vegetal



Fonte: <https://www.ecoresponse.com.br/blog/noticia-interna/dia-da-arvore-200.2022>

Figura 4 - Exemplo de Animal



Fonte: <https://blog.cobasi.com.br/qual-o-maior-animal-do-mundo/.2022>

Problematizando:

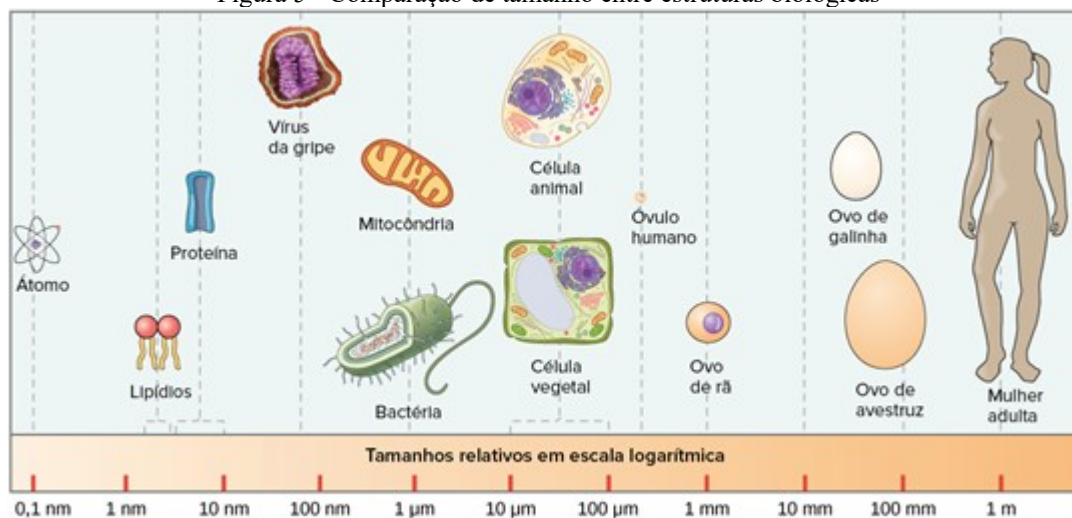
- Vocês acham que a célula sempre foi considerada a estrutura que compõe o corpo dos seres vivos?

- Por que os cientistas que estudaram a estrutura do corpo de animais e vegetais não conseguiram ver as células?

- Por que vocês acham que é difícil visualizar uma célula?

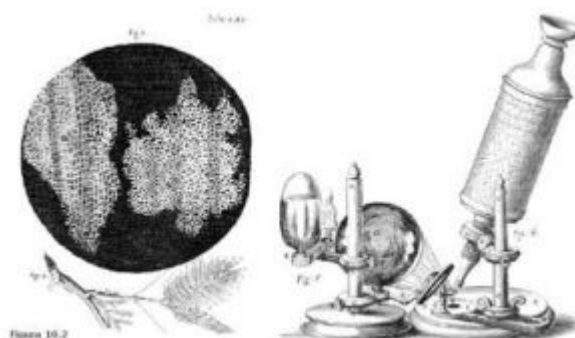
- Na opinião de vocês, qual foi o instrumento que permitiu visualizar a célula pela primeira vez?

Figura 5 - Comparação de tamanho entre estruturas biológicas



Fonte: <https://pt.khanacademy.org/science/6-ano/vida-e-evolucao-6-ano/celulas-procariontes-e-eucariontes/a/celulas-procariticas-e-eucariticas.2022>

Figura 6 - Microscópio do século XVIII



Fonte: <https://planetabiologia.com/teoria-celular-a-descoberta-das-celulas/>.2022

Problematizando:

- Vocês acham que os microscópios são todos iguais?
- Vocês acham que todas as estruturas do corpo são visíveis?
- Vocês acham que existem diferenças entre as células?
- Vocês acham que todas as estruturas mostradas na figura, pertencem a seres vivos?
- Qual reflexão sobre o tamanho das estruturas biológicas pode ser feita através da

figura 5?

Agora, vamos assistir ao vídeo de 5 minutos e 58 segundos, cujo título é: “A Teoria Celular” e link:

<https://pt.khanacademy.org/science/biology/structure-of-a-cell/modal/v/cell-theory>

Problematizando:

- Do que é formado o corpo dos seres vivos?
- A partir de quando foi possível observar células?
- Segundo o vídeo, quando um ser é considerado vivo?

Agora, vamos assistir ao vídeo de 7 minutos e 23 segundos, cujo título é: “A Escala das células” e link:

<https://pt.khanacademy.org/science/biology/structure-of-a-cell/modal/v/scale-of-cells>

Problematizando:

- Na opinião de vocês, as células de todos os seres vivos têm o mesmo tamanho e aparência?
- Vocês acham que o tamanho das células foi o único obstáculo que dificultou o trabalho de percepção das mesmas, pelos cientistas?
- Na opinião de vocês, quais as características da célula que permitiram formular uma teoria celular?

A partir dos vídeos apresentados e dos conhecimentos que já possuíam, todos puderam refletir sobre a importância da formação do conceito de célula.

Serão propostos problemas envolvendo o conceito de célula, que serão discutidos depois, entre vocês, a melhor estratégia para solucioná-los.

APÊNDICE D - Problemas envolvendo o conceito de célula - Tarefa 1

Nomes: _____ Grupo N.: _____

Observem as figuras abaixo e resolvam os problemas apresentados.

Figura 7 - Minhoca



Fonte: <https://www.ecodebate.com.br/2013/05/29/a-minhoca-e-o-mocinho-e-a-formiga-o-bandido-artigo-de-efraim-rodrigues/.2022>

Figura 8 - Cachorro



Fonte: <https://fisiocarepet.com.br/cachorro-de-guarda-quais-as-melhores-racas/.2022>

Problema 1- Suponha que são pesquisadores das células e que analisarão a estrutura que compõe os dois animais apresentados nas Figuras 7 e 8. Vocês acham que as células que compõem o corpo desses dois animais são do mesmo tipo? Comparando o tamanho dos animais das figuras 7 e 8, percebe-se a diferença de tamanho. Tendo como base as células, o que provoca a diferença de tamanho desses dois seres vivos?

Problema 2- Imagine que vocês agora são os cientistas e precisam investigar a estrutura que compõe o corpo dos animais das figuras 7 e 8. Faça um desenho que demonstre como seria a forma das células externas e internas que compõem esses animais.

Represente, por meio de um desenho, como vocês acham que seria a estrutura encontrada nesse ser vivo.

Descreva as etapas e os instrumentos que seriam utilizados durante o seu processo de investigação.

APÊNDICE E - Plano das Aulas 3 e 4

Série: 1. Ano do Ensino Médio

Conteúdo:

Conceito de célula.

Objetivo Geral:

Formar o conceito teórico de célula, cujo princípio geral é o de que a célula é a unidade fundamental de todos os seres vivos.

Objetivos Específicos:

-Compreender a transformação dos dados da tarefa, percebendo a relação geral do conceito de célula.

-Identificar a relação universal do conceito de célula, reconhecendo esta como estrutura formadora de todos os seres vivos.

-Construir a modelação da relação universal do conceito de célula.

Metodologia:

*Apresentação da resolução dos problemas envolvendo o conceito de célula (Apêndice D).

-Por meio das ações mentais observar e comparar, pedir aos alunos que colem no quadro o cartaz com as respostas elaboradas pelo grupo. Cada grupo vai apresentar as respostas para toda a turma, expondo o movimento do pensamento para a realização da tarefa.

-Priorizando a ação mental identificar, conduzir o pensamento dos alunos para que compreendam a transformação dos dados da tarefa para formação do conceito de célula.

*Propor e corrigir a Tarefa 2 (Apêndice F).

-Ação a ser desenvolvida: modelação da relação universal.

-Conversar com os alunos sobre a importância da participação e envolvimento deles na atividade proposta para que seja formado o conceito de célula.

-Formar grupos de cinco alunos e distribuir a Tarefa 2 (Apêndice F), para que possam discutir entre eles a melhor estratégia para solucionar os problemas apresentados. Entregar uma caixinha composta por massinhas de modelar com seis cores diferentes para cada grupo,

orientando que deverão apresentar e discutir estas respostas com toda a turma, em um próximo momento, que será indicado pelo professor.

- Solicitar que cada grupo apresente a solução da atividade proposta para toda a turma.

-Utilizando-se das ações mentais relembrar e sintetizar, acompanhar o desenvolvimento das atividades de cada grupo, observando e mediando o processo, conduzindo o questionamento e desafiando o pensamento para que seja formado o conceito de célula.

*Controlar a condução das atividades.

-Por meio do diálogo e das ações mentais refletir e criticar, fazer as intervenções necessárias, de acordo com o objetivo da aula, discutindo os erros e acertos com os alunos, durante as tarefas.

*Avaliar as ações por meio do envolvimento e participação dos alunos nas atividades propostas.

-Utilizando-se das ações mentais analisar e refletir, dialogar com a turma a fim de que sejam reveladas as dificuldades e as mudanças qualitativas no pensamento dos alunos.

Avaliação:

-Os alunos farão uma autoavaliação indicando as dificuldades e a compreensão do procedimento geral usado para resolução da tarefa.

-O professor observará, durante todo o processo de ensino-aprendizagem, reconhecendo o envolvimento e a participação dos alunos durante a resolução das tarefas e em toda a atividade.

Referências:

- OGO, Marcela Yaemi; GODOY, Leandro Pereira de. Contato biologia, 1º ano. São Paulo: Quinteto Editorial, 2016.

APÊNDICE F - Tarefa 2

Nomes: _____ Grupo N.: _____

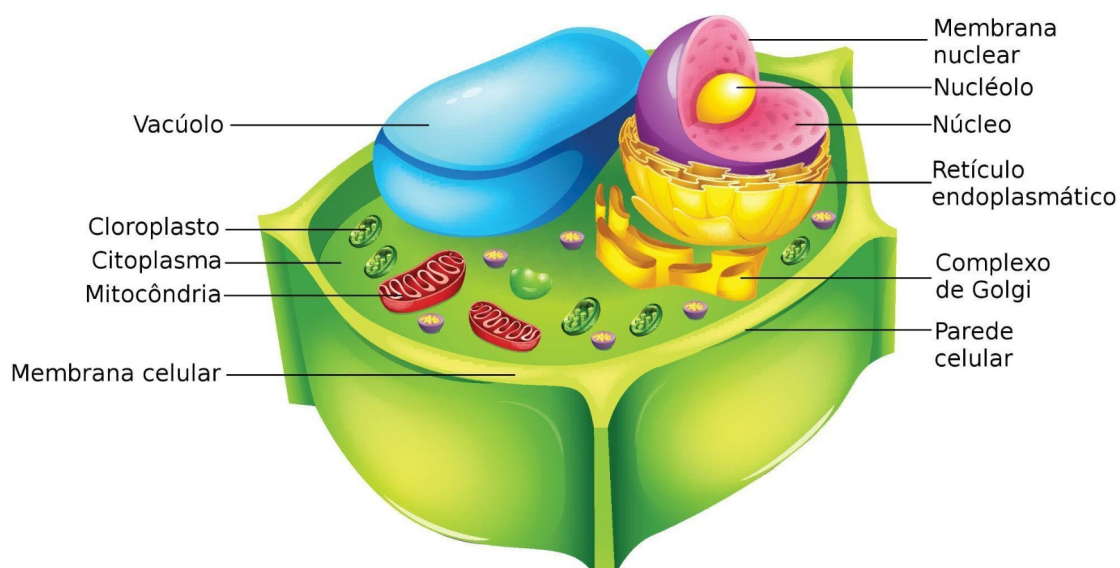
Observem as figuras abaixo.

Figura 9 - Esquema de Célula Animal



Fonte: <https://pt.vecteezy.com/arte-vetorial/413641-diagrama-de-celula-animal-em-cores.2022>

Figura 10 - Esquema de Célula Vegetal



Fonte: <https://www.infoescola.com/citologia/celula-vegetal/>.2022>

Utilizando massinhas de modelar disponíveis, construa um modelo destas células.
Representar a forma geral e estruturas internas destas células.

APÊNDICE G - Plano das Aulas 5 e 6

Série: 1. Ano do Ensino Médio

Conteúdo:

Conceito de célula.

Objetivo Geral:

Formar o conceito teórico de célula, cujo princípio geral é de que a célula é a unidade fundamental de todos os seres vivos.

Objetivos Específicos:

- Compreender a modelação da relação universal do conceito de célula.
- Identificar a relação universal do conceito de célula, reconhecendo esta como estrutura formadora de todos os seres vivos.
- Construir a transformação do modelo do conceito de célula.

Metodologia:

- *Propor e corrigir a Tarefa 3 (Apêndice H).
- Ação a ser desenvolvida: transformação do modelo.
- Conversar com os alunos sobre a importância da participação e envolvimento deles na atividade proposta para que seja formado o conceito de célula.
- Formar grupos de cinco alunos e distribuir a Tarefa 3 (Apêndice H), para que possam discutir entre eles a melhor estratégia para solucionar os problemas apresentados. Distribuir uma cartolina para cada grupo para exporem as respostas posteriormente.
- Solicitar que cada grupo apresente a solução da atividade proposta para toda a turma.
- Utilizando-se das ações mentais relembrar e sintetizar, acompanhar o desenvolvimento das atividades de cada grupo, observando e mediando o processo, conduzindo o questionamento e desafiando o pensamento para que seja formado o conceito de célula.

*Controlar a condução das atividades.

-Por meio do diálogo e das ações mentais refletir e criticar, fazer as intervenções necessárias, de acordo com o objetivo da aula, discutindo os erros e acertos com os alunos, durante as tarefas.

*Avaliar as ações por meio do envolvimento e participação dos alunos nas atividades propostas.

-Utilizando-se das ações mentais analisar e refletir, dialogar com a turma a fim de que sejam reveladas as dificuldades e as mudanças qualitativas no pensamento dos alunos.

Avaliação:

-Os alunos farão uma autoavaliação indicando as dificuldades e a compreensão do procedimento geral usado para resolução da tarefa.

-O professor observará, durante todo o processo de ensino-aprendizagem, reconhecendo o envolvimento e a participação dos alunos durante a resolução das tarefas e em toda a atividade.

Referências:

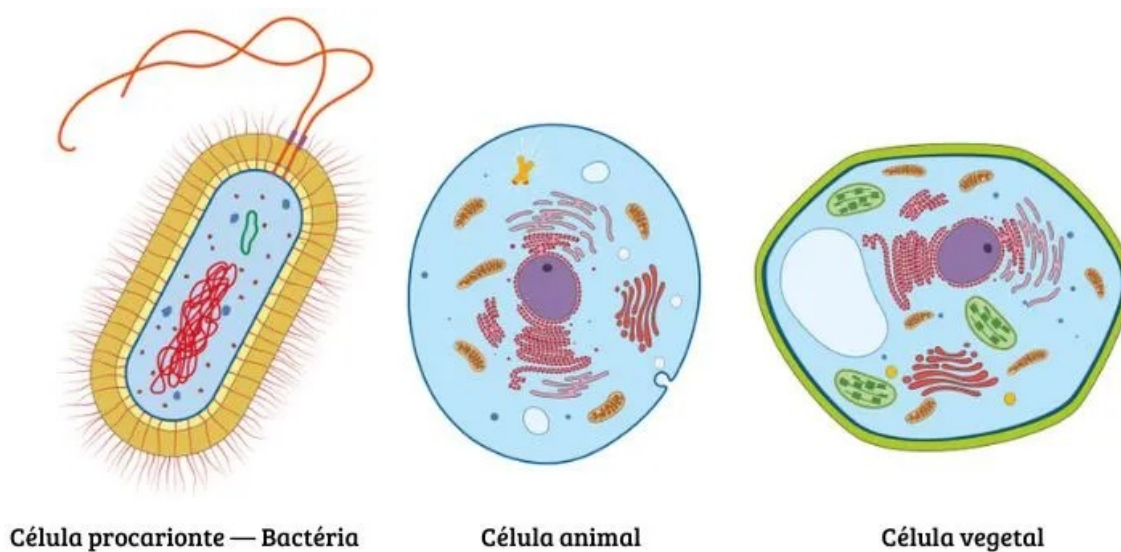
- OGO, Marcela Yaemi; GODOY, Leandro Pereira de. Contato biologia, 1º ano. São Paulo: Quinteto Editorial, 2016.

APÊNDICE H - Tarefa 3

Nomes: _____ Grupo N.: _____

Observem a Figura 11:

Figura 11 - Exemplos de Tipos Celulares

Fonte: <https://www.preparaenem.com/biologia/celulas-eucariontes.htm>.2022

1- Construir uma tabela, utilizando as cartolinas disponibilizadas, apresentando as semelhanças e diferenças entre as células animal, vegetal e de bactéria expostas na figura 11.

2- Descrever quais as dificuldades encontradas durante o processo de construção dos modelos das células vegetal e animal.

APÊNDICE I - Plano das Aulas 7 e 8

Série: 1. Ano do Ensino Médio

Conteúdo:

Conceito de célula.

Objetivo Geral:

Formar o conceito teórico de célula, cujo princípio geral é de que a célula é a unidade fundamental de todos os seres vivos.

Objetivos Específicos:

- Aprender o conceito de célula.
- Sintetizar a relação universal do conceito de célula, reconhecendo esta como estrutura formadora de todos os seres vivos.
- Generalizar o conceito de célula para aplicação em várias situações da vida material.

Metodologia:

- *Propor e corrigir a Tarefa 4 (Apêndice J).
 - Ação a ser desenvolvida: controle da realização das ações anteriores e avaliação da assimilação do procedimento geral como resultado da solução da tarefa de aprendizagem dada.
 - Formar grupos de cinco alunos e distribuir a Tarefa 4 (Apêndice J), para que possam discutir entre eles a melhor forma de organizar a resposta dos problemas apresentados.
 - Solicitar que cada grupo apresente a solução da atividade proposta para toda a turma.
 - Utilizando-se das ações mentais criticar e sintetizar, acompanhar o desenvolvimento das atividades de cada grupo, observando e mediando o processo, conduzindo o questionamento e desafiando o pensamento para que seja formado o conceito de célula.
- *Controlar a condução das atividades.
- Por meio do diálogo e das ações mentais refletir e criticar, fazer as intervenções necessárias, de acordo com o objetivo da aula, discutindo os erros e acertos com os alunos, durante as tarefas.

*Avaliar as ações por meio do envolvimento e participação dos alunos nas atividades propostas.

-Ação a ser desenvolvida: verificação da aprendizagem por parte do professor.

-Utilizando-se das ações mentais analisar e refletir, dialogar com a turma a fim de que sejam reveladas as dificuldades e as mudanças qualitativas no pensamento dos alunos.

- Aplicar a Tarefa 5 (Apêndice K). Cada aluno responderá, individualmente, na folha da tarefa, as respostas dos problemas apresentados.

Avaliação:

-Os alunos farão uma autoavaliação indicando as dificuldades e a compreensão do procedimento geral usado para resolução da tarefa.

-O professor observará as respostas da Tarefa 5 (Apêndice K) e durante todo o processo de ensino-aprendizagem, reconhecendo o envolvimento e a participação dos alunos durante a resolução das tarefas e em toda a atividade.

Referências:

- OGO, Marcela Yaemi; GODOY, Leandro Pereira de. Contato biologia, 1º ano. São Paulo: Quinteto Editorial, 2016.

APÊNDICE J - Tarefa 4

Nomes: _____ Grupo N.: _____

Questão 1 - No Problema 1 da Tarefa 1 foram realizadas tarefas particulares sobre o conceito de célula. Qual foi o procedimento geral utilizado em todas estas tarefas?

Questão 2 - Explique como podem ser diferenciadas as estruturas das células animal, vegetal e célula da bactéria. Relacione as características de cada uma destas estruturas.

APÊNDICE K - Tarefa 5

Nome: _____

Questão 1 - Faça o desenho de uma célula animal e relacione as suas características.

Questão 2- A partir da Figura 11 (célula vegetal), relacione as características desta célula.

Questão 3- Observe a Figura 11 (célula da bactéria), relacione as características desta estrutura celular e as suas diferenças em relação às células vegetal e animal.

Questão 4 - Explique o princípio geral utilizado no conceito de célula.