

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

SILVIA AIMI

**AS INTER-RELAÇÕES DO USO DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E DE
COMUNICAÇÃO COM ALGUNS CONCEITOS DA TEORIA DE DAVYDOV PARA
O ENSINO DE MATEMÁTICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação Matemática.

Orientador: Marcus Vinicius Maltempi

Rio Claro - SP
2014

510.07 Aimi, Silvia
A294i As inter-relações do uso das Tecnologias de Informação e de Comunicação com alguns conceitos da teoria de Davydov para o ensino de matemática / Silvia Aimi. - Rio Claro, 2014
66 f. : il., figs., gráfs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Marcus Vinicius Maltempi

1. Matemática - Estudo e ensino. 2. Pensamento teórico. 3. Conceitos científicos. 4. Generalização do conhecimento. 5. Matemática - Aprendizagem. I. Título.

SILVIA AIMI

**AS INTER-RELAÇÕES DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E DE
COMUNICAÇÃO COM ALGUNS CONCEITOS DA TEORIA DE DAVYDOV PARA
O ENSINO DE MATEMÁTICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação Matemática.

Comissão Examinadora

Marcus Vinicius Maltempi (Orientador)

Universidade Estadual Paulista – Unesp – Rio Claro

Idania Blanca Peña Grass

Universidad Central de Las Villas/Santa Clara – Villa Clara - Cuba

Rosana Giaretta Sguerra Miskulin

Universidade Estadual Paulista – Unesp – Rio Claro

Rio Claro, SP 29 de janeiro de 2014.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e à minha irmã que, com muito amor, estiveram sempre do meu lado, tanto nas horas boas quanto nas horas mais delicadas e difíceis. Obrigada por tudo. Meu amor por vocês é imenso.

AGRADECIMENTOS

À Deus por estar sempre guiando meus passos e me permitir, mesmo sem compreender, escolher sempre os melhores caminhos e ter sempre ao meu lado pessoas que me apoiam e me dão força.

Aos meus pais, Vera e Silvino, pela educação que me proporcionaram, por estarem sempre ao meu lado, por deixarem muitas vezes de viver o sonho deles e, mesmo em meio a dificuldades, sempre me deixaram viver e realizar os meus sonhos, me dando apoio incondicional. Minha mãe, a rocha; meu pai, a sensibilidade (todas as vezes que saía de Jataí para voltar à Rio Claro ele sempre chorava). “Pai, sua caçula cresceu!”

À minha irmã e melhor amiga Karine, por me incentivar sempre a agarrar as oportunidades que bateram à minha porta, e por estar sempre torcendo por mim. “Amo você, minha irmã!”

Aos meus sobrinhos-afilhados, Isabela e Gabriel, não pude estar perto para acompanhar o crescimento de vocês, mas sempre os tive na lembrança. Vocês alegram os meus dias.

Aos meus avós, Ida e Darcy, que foram o meu refúgio durante os dois anos finais do curso de graduação, e que se preocuparam com as minhas viagens à Rio Claro e estiveram sempre orando por mim. “Amo vocês!”

À professora Nilce, responsável por meus primeiros passos na Educação Matemática. Além de me orientar, foi e é uma grande amiga e sempre torceu para que este momento chegasse.

Ao meu orientador, Maltempi, por ter sido compreensivo e ter me deixado livre pra interpretar e sempre esteve disposto a discutir e esclarecer o que estava obscuro. O processo foi conturbado, mas valeu a pena. Serei sempre grata à você.

Aos professores do Programa da Pós-Graduação em Educação Matemática, Rosana, Rômulo, Adriana, Maltempi, Marcelo, Marquinhos, Rosa, Maria, Miriam, Ole, César, Heloísa, Vicente, Irineu, Lourdes, que direta ou indiretamente influenciaram neste trabalho e na minha formação.

À banca, professoras Idania e Rosana pelas valiosas sugestões no exame e de qualificação e também na defesa.

Aos professores: Geraldo Bérghamo, Vicente Garnica, Anna Regina Moura, Rosana Miskulin, Manuel Oriosvaldo de Moura por mostrarem-se dispostos a discutir sobre o assunto, indicar professores e fornecer material para pesquisa.

Ao GPIMEM: Silvia Viel, Silvana, Daise, Debbie, Rejane, Orlando, Vini, Felipe, Fernando, Marcelo, Sueli, Maltempi, Rubia, Paula, Claudia que estiveram presentes buscando contribuir com a melhora da redação, tanto do projeto, quando desta dissertação e também pelos momentos de descontração tanto nas reuniões de sexta-feira quanto nas happy hours.

Ao colega, representante discente e amigo Anderson (Kochym) pelo auxílio na impressão e entrega dos exemplares para a defesa.

Aos colegas de trabalho da cidade de Jataí-Go pelo carinho e apoio quando escolhi me demitir para seguir meu sonho e, aos meus ex-alunos que demonstraram gostar de mim de um jeito que eu jamais imaginei.

Às colegas Nílian, Simone, Rosângela e Ângela da Escola Estadual Polivalente Dante Mosconi, além de parceiras de profissão são amigas.

À Maria Vitória, diretora do Colégio Nossa Senhora do Bom Conselho, e meu amigo Valter que me apoiaram em um momento crítico do trabalho e me incentivaram a continuar a caminhada do mestrado. Por meio deles, estendo meus agradecimentos à todos os colegas do colégio.

À Vanessa, Cássia e João Geraldo, em nome das Instituições de Ensino Superior Cesut e Faja, pela compreensão durante minha ausência em alguns momentos do período letivo, quando precisei estar em Rio Claro. O apoio de vocês mostrou o quanto incentivam e estão comprometidos com a formação dos professores.

Às amigas de Rio Claro Luciane (Lú), pouco tempo de convivência mas uma grande amizade formada (companheira de shopping, principalmente da Ri Happy quando íamos escolher presentinhos, eu para a Isabela e Lú para Paulinha). Paula pela amizade e convivência durante o primeiro ano do mestrado.

Às amigas especiais Claudia e Fabi, obrigada pelos momentos de desabafo, pelas cuias de chimarrão e pela troca de ideias sobre a pesquisa. O apoio de vocês duas me mostrou o valor da amizade verdadeira. “Não importa a distância: seremos para sempre amigas!”

RESUMO

Esta pesquisa tem por objetivo compreender e investigar as inter-relações do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação e alguns conceitos da teoria de Vasili Davydov, que propõe o desenvolvimento do pensamento teórico de um determinado conteúdo/fenômeno em estudo. Este pensamento caracteriza-se por priorizar a essência dos conteúdos/fenômenos por meio da análise das condições de sua origem e desenvolvimento. A pesquisa, que é de cunho bibliográfico, procura compreender a proposta do autor para o ensino de Matemática. Para alcançarmos o objetivo da pesquisa nos propomos a desenvolver exemplos que mostram a possibilidade de desenvolver um trabalho voltando o olhar para a essência de conceitos por meio do uso de tecnologias, em especial, o computador com software. Destacamos a importância do papel do professor como mediador dos processos de ensino e aprendizagem pautados na teoria de Davydov, conduzindo e proporcionando o desenvolvimento dos conceitos científicos por meio de atividades de ensino orientadas para a observação da essência dos conceitos.

Palavras-chave: Pensamento Teórico. Conceitos Científicos. Generalização do Conhecimento. Ensino e Aprendizagem de Matemática.

ABSTRACT

This research aims to understand and investigate the interrelationships of the use of Information and Communication Technologies and some concepts of the theory of Vasili Davydov, which proposes the development of theoretical thinking of a particular content/phenomenon under study. This thought is characterized by prioritizing the essence of the contents/phenomena through the analysis of the conditions of its origin and development. The research, which is a bibliographical nature, the proposal seeks to understand the author for teaching mathematics. To achieve the research objective, we propose to develop examples that show the possibility of developing a job turning his gaze to the essence of concepts through the use of technology, in particular computer with software. We stress the importance of the teacher's role as mediator of the teaching and learning guided theory of Davydov, leading and encouraging the development of scientific concepts through targeted education activities to observe the essence of concepts.

Key Words: Theoretical Thought. Scientific Concepts. Generalization of Knowledge. Teaching and Learning of Mathematics.

SUMÁRIO

VIVÊNCIAS PEDAGÓGICAS E APRESENTAÇÃO DA PESQUISA: CAMINHOS TRILHADOS.....	10
Objetivo e Metodologia da Pesquisa	12
Organização da Dissertação.....	13
1. A ESCOLA DE VYGOTSKY.....	15
1.1 – Um Breve Histórico	15
2.2 – O Desenvolvimento dos Conceitos Científicos na Infância.....	18
2. UMA INTERPRETAÇÃO DE ALGUNS CONCEITOS DA TEORIA DE DAVYDOV	22
2.1- Compreensões Acerca da Dialética.....	22
2.2- Empírico e Teórico na Abordagem Dialética.....	30
2.3- O Processo de Ascensão do Abstrato para o Concreto	33
3 - AS TIC NO CENÁRIO EDUCACIONAL	40
3.1- A Evolução do Uso das TIC na Educação Matemática: um breve histórico	40
3.2- Outras Abordagens das TIC na Educação Matemática.....	46
3.3- Perspectivas da Utilização das TIC na Educação Matemática	49
3.4- Exemplo Pensados Para o Uso das TIC e a Teoria de Davydov	53
CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
REFERÊNCIAS UTILIZADAS	64
REFERÊNCIAS CONSULTADAS.....	66

VIVÊNCIAS PEDAGÓGICAS E APRESENTAÇÃO DA PESQUISA: CAMINHOS TRILHADOS

Meu encontro com a Educação Matemática vem ocorrendo desde o ano de 2002, quando ingressei no curso de Licenciatura em Matemática, na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões URI – Campus de Erechim/RS. No decorrer da graduação foi aumentando meu envolvimento com as temáticas educacionais e, no ano de 2003, participei da execução de um projeto institucional na mesma universidade, tendo por título “Atividades Extensivas de Educação Matemática, Matemática e Física na Região do Alto Uruguai” onde eram desenvolvidas atividades de Matemática, em caráter de reforço, em escolas municipais e estaduais de Erechim e região, incluindo uma escola de educação especial com atividades voltadas ao desenvolvimento psicomotor.

No ano de 2004 fui bolsista de Iniciação Científica em um projeto financiado pelo CNPq, intitulado “A Exploração Matemática de Movimentos Corporais com o Auxílio de Tecnologias no Ensino Médio”. Neste projeto foram abordadas atividades relacionadas ao tema funções com o auxílio da calculadora gráfica TI-83 e o sensor CBR (sensor de movimento). Além disso, participei de um grupo de estudos coordenado pela prof.^a Dra. Nilce Fátima Scheffer¹, onde auxiliei-a na elaboração de atividades para um curso de extensão com professores da rede estadual e municipal de Erechim, o qual tinha por objetivo o estudo de funções com o auxílio do *software* Winplot promovendo uma reflexão sobre o papel das tecnologias nos processos de ensinar e aprender Matemática. E, no ano de 2006 concluí o curso de licenciatura em Matemática.

Entre os anos de 2006 e 2009 atuei como docente em escolas das redes pública e privada do estado de Goiás e senti necessidade de continuar os estudos para investigar temas relacionados com minha formação e experiência profissional, principalmente temas envolvendo ensino e aprendizagem de Matemática. Por isso, optei pelo curso de mestrado em Educação Matemática da UNESP – Campus de Rio Claro por ser tradicional nesta área de pesquisa.

Desde o meu ingresso no curso, ocorrido no primeiro semestre de 2010, realizo uma pesquisa envolvendo a utilização das tecnologias da informação e da

¹ Professora do departamento de Matemática da URI-Campus de Erechim e minha orientadora nos projetos de iniciação científica durante a graduação.

comunicação aliadas ao processo de generalização do conhecimento no ensino e aprendizagem da Matemática. O tema escolhido e desenvolvido, principalmente, sob o enfoque da teoria de Davydov² ocorreu desde o momento da escolha do orientador desta pesquisa.

Em 2009 o professor Marcus Vinicius Maltempi estava retornando de seu pós-doutorado ocorrido na Inglaterra, no qual realizou estudos sobre a teoria de Davydov e, por este tema ser pouco pesquisado no ocidente, resolvemos desenvolver um estudo nessa temática, buscando compreender a proposta deste psicólogo russo.

Vasili Vasilievich Davydov nasceu em 1930 e morreu em 1998. Era doutor em Psicologia, Professor, foi membro titular da Academia Soviética de Pedagogia e diretor do Instituto de Psicologia Geral. Pertence à terceira geração de psicólogos russos e soviéticos, desde os primeiros trabalhos de Vygotsky³ realizados nos anos 1920 e 1930.

Davydov foi orientado por Elkonin, e seu trabalho é posterior aos estudos de Vygotsky, tendo como principal contribuição a crítica feita sobre o ensino que era desenvolvido na época de suas pesquisas em que a característica principal do desenvolvimento dos conceitos é empírico e, muitas vezes permanece no empírico sem avançar para o teórico. Nesse sentido, Davydov desenvolveu sua teoria com base na generalização do pensamento e, para isso, criou um currículo que foi testado em escolas da antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), e também nos Estados Unidos da América (EUA) por meio de trabalhos de Barbara Dougherty. e Jee-Eun Lee.

Davydov aprofundou estudos sobre conceitos utilizados por Vygotsky, Leontiev e Elkonin para formular uma teoria do ensino. Para ele, a tarefa da escola contemporânea incide em ensinar os estudantes a orientarem-se de modo independente com informações científicas, ensinando-os a pensar, mediante um ensino que promova o desenvolvimento mental.

No Brasil, temos relatos de algumas pesquisas que vêm sendo realizadas sobre Davydov, e destacamos os principais nomes dos quais temos conhecimento:

² Devido ao fato de existirem diferentes grafias, optamos por utilizar a grafia “Davydov” ao fazer referência a esse autor. Utilizamos grafias distintas nas referências bibliográficas, as quais acompanham a grafia utilizada no texto citado.

³ Optamos pela grafia Vygotsky ao longo do texto quando fizemos referência a esse autor. Nas referências bibliográficas aparecerá a grafia tal qual utilizada na obra citada.

Manoel Oriosvaldo de Moura que organizou um livro sobre o tema intitulado “A Atividade Pedagógica na Teoria Histórico-Cultural”, Geraldo Bérnago orientou a dissertação de mestrado “Modelagem Inicial para o Ensino de Geometria Euclidiana Plana Segundo a Teoria da Atividade de Estudo e Ademir Damásio com a orientação da dissertação de mestrado “Estudo do Sistema Conceitual de Trigonometria no Ensino Fundamental: uma leitura histórico-cultural”, e da tese de doutorado “Proposições de Davydov para o Ensino de Matemática no Primeiro Ano Escolar: inter-relações dos sistemas de significações numéricas. Este último iniciou a tradução do currículo de Davydov do russo para o português e que ainda não foi finalizada. Este mesmo currículo foi traduzido para o inglês, mas não conseguimos ter acesso.

Tendo em vista a evidência desse psicólogo russo, nos EUA e também no Brasil pesquisas já estão sendo desenvolvidas com a finalidade de compreender a proposta de Davydov para o ensino de Matemática e sua inter-relação com as Tecnologias de Informação e Comunicação, nos propomos a desenvolver esse estudo.

Objetivo e Metodologia da Pesquisa

Esta pesquisa tem por objetivo compreender e investigar as inter-relações entre o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação e alguns conceitos da teoria de Vasili Davydov na educação, a partir de elementos contidos em sua proposta para o ensino de Matemática.

Para direcionar o trabalho, apresentamos a questão norteadora: *Quais são as inter-relações entre as TIC e alguns conceitos da teoria de Davydov no ensino de Matemática?*

A fim de buscarmos respostas para a pergunta diretriz, optamos por desenvolver uma pesquisa de caráter bibliográfico que, segundo Andrade (1997), é um trabalho autônomo que compreende várias fases, que vão à escola do tema à redação final. Além disso, pode ser desenvolvida como um trabalho em si, e não somente como metodologia de pesquisa.

Gil (1991, p.64) afirma que, de um modo geral, os dados bibliográficos são dados complementares, mas que existem “pesquisas em que os dados obtidos a partir de fontes bibliográficas são utilizados de maneira exclusiva”.

Segundo o mesmo autor, a principal vantagem da pesquisa bibliográfica é o fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que fornece uma pesquisa direta.

Para Koche (1997, p.122) quando diz que o aspecto da pesquisa bibliográfica é “conhecer e analisar as principais contribuições teóricas existentes sobre um determinado tema ou problema, tornando-se instrumento indispensável a qualquer tipo de pesquisa.”

Dessa forma, procuramos as contribuições teóricas que nos auxiliaram na redação do trabalho. Não conseguimos olhar e estudar todos os escritos de Davydov e de outros pesquisadores que abordaram sua teoria devido ao fato da dificuldade por nós encontrada em obter materiais, tanto do autor pesquisado quanto de outros, por isso utilizamos algumas obras que tivemos acesso e que puderam nos auxiliar na compreensão do estudo proposto.

Ainda, a metodologia é de caráter descritivo da produção acadêmica e científica sobre o tema investigado, à luz de categorias e facetas que se caracterizam enquanto tais em cada trabalho e no seu conjunto, sob os quais o fenômeno/conceito foi analisado.

Organização da Dissertação

Nesta dissertação optamos por apresentar a teoria de Davydov ao longo dos capítulos, acompanhada dos principais aportes teóricos utilizados por ele. Assim, o presente trabalho é composto por uma **Introdução**, na qual descrevemos nossa trajetória enquanto professora e pesquisadora e também apresentamos o objetivo e metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa.

No capítulo I, **A Escola de Vygotsky**, apresentamos um breve histórico sobre os estudos de Vygotsky e também apresentamos as principais contribuições desse autor no que diz respeito às questões ligadas ao desenvolvimento de conceitos.

No capítulo II, **Uma Interpretação sobre Alguns Conceitos da Teoria de Davydov**, procuramos apresentar concepções acerca da dialética, sobre

pensamento empírico e pensamento teórico, bem como da ascensão do abstrato para o concreto, tema central da teoria proposta por Davydov.

No Capítulo III, ***As TIC no Cenário Educacional***, apresentamos um histórico sobre o que foi produzido nos últimos anos no tocante à educação matemática e as tecnologias, destacando também alguns autores que abordam o tema tecnologias e educação matemática. Ainda, trazemos atividades que exemplificam a associação entre as tecnologias e a proposta de Davydov para as séries iniciais.

Por último, apresentamos as ***Considerações Finais*** desse estudo, considerando o que foi pesquisado e apontando caminhos para a utilização das tecnologias atreladas à teoria estudada.

1. A ESCOLA DE VYGOTSKY

1.1 – Um Breve Histórico

Lev Semonovich Vygotsky contribuiu para criar uma psicologia marxista e, de acordo com Davydov e Zinchenko (1995), tornou-se um dos maiores psicólogos do século XX, por isso optamos por trazer nesta dissertação suas contribuições para a educação e também porque Davydov – foco de nosso estudo – baseou suas pesquisas nos escritos de Vygotsky, acrescentando novos elementos no que diz respeito a sua teoria de ensino.

Vygotsky nasceu em 1896 e formou-se concomitantemente, em 1917, na faculdade de Direito e na faculdade de História e Filosofia. Mudou-se para Moscou em 1924 para trabalhar no Instituto de Psicologia e, posteriormente no Instituto de Deficiências, por ele fundado. Aos 38 anos faleceu em Moscou.

Este psicólogo desenvolveu seus trabalhos a partir da visão de mundo que tinha, constituída principalmente durante o período da revolução, procurando refletir e compreender as forças essenciais do homem, das leis que regiam seu desenvolvimento histórico e de sua formação plena enquanto sujeitos em uma nova sociedade socialista (DAVYDOV, ZINCHENKO, 1995).

A questão principal da teoria de Vygotsky diz respeito ao desenvolvimento da mente, ocupando lugar de destaque as questões referentes ao pensamento e a linguagem. Além disso, ele se denominava marxista e defendia o materialismo dialético e histórico. Entretanto, de acordo com Davydov e Zinchenko (1995, p. 157), para Vygotsky,

a filosofia marxista não era um dogma ou uma teoria em que se poderiam ser encontradas as respostas para todas as questões específicas da psicologia. Essas respostas só poderiam ser obtidas com base no estudo psicológico cuidadoso e científico da atividade e da consciência humanas. Tendo um conhecimento profundo do marxismo, um psicólogo pode aprender um método geral de investigação científica.

Para Vygotsky (2007), o indivíduo é construído dialeticamente na interação com o meio, por isso está vinculado com seu contexto histórico e, assim como Marx, Vygotsky considera que o indivíduo é resultado da interação dialética com a sociedade e não pode estar separado do conhecimento do universo.

A teoria do desenvolvimento psicológico ou teoria histórico-cultural, considerada como a essência do trabalho científico de Vygotsky destaca os seguintes pontos:

1. A base do desenvolvimento mental do homem é uma mudança qualitativa em sua situação social (ou em sua atividade).
2. A forma original da atividade é o seu desempenho, ampliado por um indivíduo, no plano externo (social).
3. As novas estruturas mentais que se formam no homem derivam da internalização da forma inicial de sua atividade.
4. Vários sistemas de signos desempenham um papel fundamental no processo de internalização. (DAVYDOV, ZINCHENKO, 1995, p. 158)

Considerando a própria teoria de Vygotsky, os autores afirmam que as práticas educativas, sejam elas formais ou informais, se tornam meios sociais de organização de situações que visam o desenvolvimento mental das crianças.

Se corretamente organizada, a educação permitirá à criança desenvolver-se intelectualmente e criará toda uma série de processos de desenvolvimento que seriam impossíveis sem a educação. A educação revela-se, portanto, um aspecto internamente necessário e universal no processo de desenvolvimento, na criança, das características históricas do homem, e não de suas características naturais. (VYGOSTSKY, 1986, p. 450 *apud* DAVYDOV, ZINCHENKO, 1995, p.161)

As atividades educativas diretamente ligadas ao desenvolvimento mental das crianças, segundo Davydov e Zinchenko (1995), são realizadas inicialmente no coletivo, definindo a situação social do desenvolvimento humano, para posteriormente ocorrer o desempenho individual desta mesma atividade, mas conservando e utilizando-se das funções mentais desenvolvidas primeiramente no coletivo.

A internalização seria, portanto, o processo de transição do desenvolvimento coletivo da atividade para o individual, momento em que se formam novas funções ou estruturas mentais.

A base dos seus estudos esteve sempre voltada para o desenvolvimento do comportamento humano enquanto comportamento organizado socialmente e culturalmente.

Tanto a organização quanto os meios da atividade social são inteiramente apropriados pelo indivíduo e, por fim, internalizados, levando ao desenvolvimento de funções mentais mediadas, voluntárias, historicamente desenvolvidas que se baseiam em componentes de estímulo-resposta. (MINICK, 2002, p.37-38)

O entendimento acerca das funções mentais superiores possibilitou a Vygotsky criar um elo entre a consciência humana e o comportamento social humano. Ainda, segundo Minick (2002, p. 39)

ao adaptar os meios de mediação e os modos de organização implicados no desenvolvimento de certas ações num plano social ou “intermental” e ao usá-los para mediar a atividade, o indivíduo desenvolve não somente novos meios de desempenhar ações específicas como também tipos qualitativamente novos de funções mentais.

De 1933 a 1934 Vygotsky direcionou seus estudos no significado da palavra, dizendo que era mediadora de tipos específicos de interação e comunicação social.

Vygotsky argumentava que a instrução da criança em sistemas de conhecimento científico na escola implica uma forma única de comunicação em que a palavra assume uma função que é bastante diferente daquela característica de outras formas de comunicação. Especificamente, argumentou: [1] que a criança aprende significados de palavras em certas formas de instrução escolar não como um meio de comunicação, mas como parte de um sistema de conhecimento; e [2] que esta aprendizagem ocorre não através da experiência direta com as coisas ou fenômenos, mas através de outras palavras. (MINICK, 2002, p. 48)

Nesse sentido, a palavra não é considerada apenas um meio de comunicação, mas é um objeto da atividade de comunicação.

As características do significado das palavras refletem as características da atividade comunicativa em que se desenvolve. As características da palavra como uma generalização ou abstração são um reflexo do uso da palavra pela criança como um meio de comunicação e interação social, um reflexo de sua função na prática social. (MINICK, 2002, p.50)

Para Vygotsky, pensamento e linguagem estão associados devido à necessidade do intercâmbio entre os indivíduos em uma atividade especificamente humana, por exemplo, no trabalho e, o surgimento do pensamento verbal e da linguagem como sistema de signos⁴ é um momento crucial no desenvolvimento da espécie humana, momento em que o biológico transforma-se no sócio-histórico (Vygotsky, 2009).

⁴ Para Vygotsky (2009) signos são instrumentos simbólicos fundamentais em todos os grupos humanos e elaborados no curso da evolução da espécie e história social.

1.2 – O Desenvolvimento dos Conceitos Científicos na Infância

O desenvolvimento dos conceitos científicos na idade escolar tem grande importância considerando que é por meio das tarefas propostas pela escola que se inicia, na criança, o sistema de conceitos científicos. Voltando o olhar para estas questões é que recorreremos a Vygotsky, a fim de elucidar como se desenvolvem estes conceitos na infância.

O desenvolvimento do conceito científico, segundo Vygotsky (2009) transcorre por meio do processo educacional, e com a participação do adulto – professor/pedagogo – no auxílio à criança, proporciona o amadurecimento das funções psicológicas superiores.

A essa colaboração original entre a criança e o adulto – momento central do processo educativo paralelamente ao fato de que os conhecimentos são transmitidos à criança em um sistema – deve-se ao amadurecimento precoce dos conceitos científicos e o fato de que o nível de desenvolvimento desses conceitos entra na zona das possibilidades imediatas⁵ em relação aos conceitos espontâneos, abrindo-lhes caminho e sendo uma espécie de propedêutica do seu desenvolvimento. (VYGOTSKY, 2009, p. 244)

Desse modo, encontramos em uma mesma criança em seu estágio de desenvolvimento aspectos fracos e fortes tanto dos conceitos espontâneos quanto dos conceitos científicos.

Segundo Vygotsky (2009, p.244-245),

a fraqueza dos conceitos espontâneos se manifesta na incapacidade para a abstração, para uma operação arbitrária com esses conceitos, ao passo que a sua aplicação incorreta ganha validade. A debilidade do conceito científico é o seu verbalismo, que se manifesta como o principal perigo no caminho do desenvolvimento desses conceitos, na insuficiente saturação de concretude; seu ponto forte é a habilidade de usar arbitrariamente a “disposição para agir”.

O mesmo autor destaca que uma vertente da psicologia infantil acredita que os conhecimentos científicos não passam por nenhum processo de desenvolvimento, já chegam prontos à criança e são absorvidos por ela por meio de compreensão e assimilação. Este é o ponto de vista que mais se difundiu no meio escolar e que permeia até hoje as metodologias de ensino nas escolas.

⁵ Zona de possibilidade imediata tem o mesmo significado da zona de desenvolvimento proximal (ZDP): é a distância entre o que a criança já assimilou (consegue realizar sozinha) e o que a criança pode vir a aprender por meio da colaboração de adultos (VYGOTSKY, 1998).

Vygotsky (2009) destaca que os conceitos são atos complexos do pensamento e por isso não podem ser aprendidos por meio de memorização e, a essência do desenvolvimento dos conceitos é, primeiramente, a transição de uma estrutura de generalização a outra. Para Vygotsky (2009, p.246)

em qualquer idade, um conceito expresso por uma palavra representa uma generalização. Mas o significado das palavras evoluem. Quando uma palavra nova, ligada a um determinado significado, é apreendida pela criança, o seu desenvolvimento está apenas começando; no início ela é uma generalização que, à medida que a criança se desenvolve, é substituída por generalizações de um tipo cada vez mais elevado, culminando o processo na formação dos verdadeiros conceitos.

Consideramos então as palavras de Vygotsky (2009, p.260) quando diz que “os conceitos científicos não são assimilados nem decorados pela criança, não são memorizados mas surgem e se constituem por meio de uma intensa tensão de toda a atividade do seu próprio pensamento”.

Cabe destacar nesse momento, que os conceitos científicos não se desenvolvem da mesma forma que os conceitos espontâneos. O desenvolvimento dos conceitos científicos nos remete à formalização, a níveis mais avançados do conhecimento enquanto que os conceitos espontâneos se formam por meio de ações cotidianas e nem sempre exprimem o correto significado dos objetos/fenômenos.

Os conceitos espontâneos e científicos estão intimamente interligados, e influenciam um ao outro. Para se desenvolver, os conceitos científicos se utilizam dos conceitos espontâneos e, a partir do momento em que se desenvolvem, os conceitos científicos acabam por influenciar os conceitos espontâneos anteriormente constituídos por permanecerem em constante interação, gerando generalizações estruturalmente superiores (VYGOTSKY, 2009).

Espera-se, então, que a aprendizagem revele-se como um processo de estudo teórico e que seja fonte de desenvolvimento e orientação para a construção dos conceitos na infância. Diante disso, Vygotsky (2009, p.261-262) destaca que a aprendizagem na idade escolar é “o momento decisivo e determinante de todo o destino do desenvolvimento intelectual da criança, inclusive do desenvolvimento dos seus conceitos.”

O mesmo autor nos diz que o desenvolvimento intelectual da criança se inicia pelo desenvolvimento da consciência e, para isso, duas funções têm destaque: a atenção e a memória.

Se considerarmos que a atenção é uma função de estruturação do que deve ser percebido e representado pela memória, ficará fácil compreender que, já no limiar da idade escolar, a criança dispõe de uma atenção e uma memória relativamente maduras. Já tem o que deve conscientizar e o que deve assimilar. (VYGOTSKY, 2009, p.287)

Nesse sentido, para ter consciência de alguma coisa e aprender alguma coisa é necessário, primeiro, dispor dessa coisa. Diante disso, o pré-conceito ou conceito espontâneo surge inicialmente na infância e só amadurece ao longo dos anos, vindo a tornar-se conceito à medida que outras possibilidades são percebidas.

Perceber as coisas de modo diferente significa ao mesmo tempo ganhar outras possibilidades de agir em relação a elas. Como em um tabuleiro de xadrez: vejo diferente, jogo diferente. [...] Tenho consciência de que me lembro, isto é, faço da minha própria lembrança um objeto de consciência. [...] Toda generalização escolhe de certo modo um objeto. É por isso que a tomada de consciência, entendida como generalização, conduz imediatamente à apreensão. (VYGOTSKY, 2009, p.289-290)

Diante disso podemos perceber o papel decisivo que o ensino tem no desenvolvimento dos conceitos científicos. Os conceitos científicos, que são mediados por outros conceitos e estão inter-relacionados, são apreendidos por meio da generalização, que nada mais é do que a tomada de consciência.

A generalização de um conceito leva à localização de dado conceito em um determinado sistema de relações de generalidade, que são os vínculos fundamentais mais importantes e mais naturais entre os conceitos. Assim, generalização significa ao mesmo tempo tomada de consciência e sistematização de conceitos. (VYGOTSKY, 2009, p.292)

Para o autor, a generalização é um ato do pensamento perfeitamente conceitual que reflete a realidade de modo bastante diferente de como esta é refletida nas sensações e nas percepções imediatas.

Para Vygotsky (2009) os conceitos espontâneos, formados a partir das percepções imediatas, surgem quando a criança se depara com coisas reais e, ao encontrar alguns traços comuns, forma o conceito ou representação geral, que constitui a generalização empírica.

Ainda, para o mesmo autor, o desenvolvimento do conceito científico começa com o trabalho sobre o conceito mesmo não pressupondo um uso espontâneo deste conceito. A formação deste tipo de conceito tem início não pelo imediato encontro com as coisas, mas da relação mediada com o objeto. O desenvolvimento dos

conceitos científicos se torna possível dentro de um ensino das noções científicas especificamente organizado para crianças.

Podemos concluir, então, que o desenvolvimento dos conceitos científicos é algo que deve permear todo o ensino considerando que é por meio dos conceitos espontâneos que eles surgem, tornando a aprendizagem uma fonte para o seu desenvolvimento.

Para Vygotsky (2009, p.324)

o desenvolvimento não se subordina ao programa escolar, tem sua própria lógica. Até hoje ninguém demonstrou que cada aula de aritmética pode corresponder a cada passo no desenvolvimento, digamos, da atenção arbitrária, embora, em linhas gerais, a aprendizagem de aritmética exerça indiscutivelmente uma influência substancial sobre a passagem da atenção do campo das funções psíquicas inferiores para o das funções superiores.

Nesse sentido, para compreender a matemática e a realidade matemática, precisamos estar imersos na intencionalidade própria da matemática a fim de que o pensamento possa avançar. Esse avanço no pensamento pode ocorrer se houverem atividades de ensino voltadas para a compreensão dos conceitos científicos.

E, ainda citando Vygotsky (2009, p.334),

A aprendizagem só é boa quando está à frente do desenvolvimento. Neste caso, ela motiva e desencadeia para a vida toda uma série de funções que se encontravam em fase de amadurecimento e na zona de desenvolvimento imediato. É nisto que consiste o papel principal da aprendizagem no desenvolvimento. [...] A disciplina formal de cada matéria escolar é o campo em que se realiza essa influência da aprendizagem sobre o desenvolvimento. O ensino seria completamente desnecessário se pudesse utilizar somente o que já está maduro no desenvolvimento, se ele mesmo não fosse fonte de desenvolvimento e surgimento do novo.

Portanto, um ensino organizado fornece condições para que os estudantes investiguem, reflitam e debatam sobre diferentes conceitos e a partir disso, compreendam a essência dos conceitos, promovendo o desenvolvimento mental.

2. UMA INTERPRETAÇÃO DE ALGUNS CONCEITOS DA TEORIA DE DAVYDOV

2.1- Compreensões acerca da Dialética

Propomo-nos nesta dissertação estudar a obra de Kopnin considerando o fato da teoria de Davydov estar bastante ligada à teoria dialética do conhecimento. Diante disso, a fim de compreender as ideias de Davydov embasadas nas ideias de Kopnin (1978), trazemos este capítulo que abordará alguns conceitos e definições que cercam o campo da dialética de forma sucinta, pois o objetivo maior do nosso trabalho é compreender a proposta de Davydov e relacioná-la com as TIC, e não fazer um estudo avançado de dialética.

A filosofia marxista, também conhecida como materialista dialética e histórica, é uma concepção de mundo que revela-se e manifesta-se enquanto método nas ciências, ao passo que a lógica revela e manifesta novos resultados considerados objetivos (KOPNIN, 1978).

A lógica, de acordo com Kopnin (1978, p.68), “surgiu e se desenvolveu como análise do pensamento e diferentes métodos de estudo do pensamento.” Na Idade Moderna, ela era considerada como o processo do movimento do pensamento no sentido de um novo conhecimento. No entanto, por meio das exigências do desenvolvimento das ciências naturais, especialmente da ciência experimental, surgiu a necessidade de elaborar um método de obtenção de um novo conhecimento, formação de novos conceitos, de uma teoria da ciência. Por este motivo a lógica se voltou para o estudo das formas de evolução do pensamento no sentido da verdade. Assim, criou-se uma lógica nova, que correspondia às necessidades da prática do pensamento, sobretudo da elaboração teórica dos dados da experiência.

Diante disso, no século XIX existiam duas lógicas com diferentes métodos e independentes entre si e, em certos momentos, antagônicas. A lógica e a lógica formal. Ainda, neste mesmo século, o progresso na lógica formal está associado à formação e ao desenvolvimento da lógica matemática, cuja ideia foi lançada por Leibniz, que formulou apenas alguns princípios da área da lógica matemática que posteriormente passou a chamar-se álgebra da lógica (KOPNIN, 1978).

Kopnin (1978) afirma que, para Leibniz, todos os conceitos e enunciados deveriam ser reduzidos a conceitos e enunciados básicos com signos e sinais correspondentes e, a partir deles seria possível obter todos os outros por meio da combinação dos símbolos. A obtenção dos novos conceitos e a combinação dos símbolos seria possível por meio de regras algébricas de cálculo. Como as ideias de Leibniz eram modernas demais para o século XVII, somente no século XIX é que os lógicos passaram a aplicá-las.

A aproximação da lógica formal com a matemática é o resultado natural da evolução de ambas. O objeto da lógica formal tem muita afinidade com o objeto da matemática: ambas estão relacionadas com o reflexo de relações extremamente gerais que se expressam em abstrações de longo alcance, cuja ligação com o mundo objetivo é de caráter bastante complexo e mediato: as relações estudadas pela lógica formal são semelhantes às relações estudadas pela matemática, são permanentes, podem ser desmembradas em elementos discretos relativamente homogêneos, suscetíveis de análise quantitativa (KOPNIN, 1978, p.75).

Devido às semelhanças entre os objetos dessas duas ciências, o método de uma passou a ser aplicado à solução de tarefas da outra. A aplicação do método matemático à solução de problemas lógicos proporcionou o surgimento e o desenvolvimento da lógica matemática e, posteriormente, a lógica foi aplicada à solução de questões matemáticas. Diante disso, Kopnin (1978) destaca duas etapas na formação da lógica matemática:

1ª etapa: aplicação da matemática à solução de problemas lógicos. O desenvolvimento da lógica formal exigia a necessidade de calcular formas mais simples e mais gerais de relações existentes entre os elementos na sua formalização. A aplicação da matemática e dos métodos de computação contribuiu significativamente para a solução desse problema, no entanto, a ampla introdução desses métodos não trouxe nada novo no que diz respeito ao conteúdo da lógica formal. “Por si só, a simbólica matemática não pode mudar a essência do pensamento lógico” (KOPNIN, 1978, p.76).

2ª etapa: aplicação da lógica formal à solução de problemas matemáticos. Em fins do século XIX e começo do século XX o desenvolvimento da matemática exigia a solução dos problemas puramente lógicos, não-resolvidos pela lógica formal.

O dispositivo da lógica formal foi insuficiente para a solução de muitas questões relacionadas com os problemas da fundamentação da matemática, da teoria das multiplicidades, da elucidação da essência, da estrutura das demonstrações matemáticas, da relação que nelas existe entre os conceitos. (KOPNIN, 1978, p.76)

Em decorrência disso, se formou a lógica matemática ou lógica simbólica, etapa atual do desenvolvimento da lógica formal. Uma noção mais precisa do conteúdo da lógica formal contemporânea pode ser formada após tomarmos conhecimento do seu método de estudo do conhecimento enquanto processo lógico. “Esse método consiste na transformação do conhecimento num modelo ideal construído sobre os princípios do cálculo formal, numa linguagem artificialmente criada” (KOPNIN, 1978, p.76).

Este método proporcionou grandes resultados tanto para o desenvolvimento do conhecimento teórico como para a prática, especialmente para a solução dos problemas referentes à transferência das funções do pensamento humano à máquina. Possibilitou ainda, a análise do conhecimento já existente e permitiu reconstruí-lo, expressando-o, na medida do possível, num sistema rigorosamente formalizado.

Ele contribui também para a obtenção de um novo conhecimento, uma vez que a análise dada pode descobrir alguns elementos e elos em falta, indispensáveis para a construção de um sistema teórico formalizado e orientar o pensamento humano no sentido da procura dos mesmos. (KOPNIN, 1978, p.77)

Para o mesmo autor, na matemática e em outras áreas do conhecimento, por exemplo, os sistemas teóricos são formalizados segundo o modelo do conhecimento concebido pela lógica formal. Assim, a lógica formal estuda o conhecimento, o pensamento, visto que sempre atua como linguagem atrelada a símbolos e à operação com estes.

Entretanto, para Kopnin (1978, p.80),

a lógica formal estuda apenas um aspecto especial do pensamento e por isso não pode pretender a condição de método universal do conhecimento. A filosofia marxista estuda o pensamento e suas leis com a finalidade de descobrir as leis gerais do desenvolvimento dos fenômenos do mundo exterior, bem como para revelar as leis do desenvolvimento do próprio conhecimento, esclarecer a relação deste com os fenômenos da realidade objetiva⁶.

As leis e formas da lógica formal têm um campo amplo de aplicação e devem ser observadas independentemente do conteúdo do nosso pensamento, embora, por si mesma, essa observação não garanta a autenticidade objetiva do

⁶ Realidade objetiva é o significado de algo o mais próximo do que ele verdadeiramente seja, sem influências externas. (Abbagnano, 2003)

pensamento. O mesmo autor diz ainda que as leis e formas da lógica formal não podem servir de base à teoria do conhecimento, visto que abstrai o desenvolvimento tanto dos fenômenos do mundo exterior, quanto do pensamento.

A dialética visa criar e aperfeiçoar um dispositivo para o pensamento teórico-científico que conduza à verdade objetiva⁷. Mas, esse dispositivo é aqui constituído pelo sistema de conceitos cujo conteúdo é tomado ao mundo objetivo (KOPNIN, 1978, p.81).

As formas e leis do pensamento que a lógica dialética estuda correspondem às formas e leis do movimento do mundo material inserido no campo da atividade humana.

O homem demonstra a sua universalidade em geral e a universalidade do seu pensamento em particular, uma vez que o pensamento nada mais é que a capacidade desenvolvida de atuar conscientemente com qualquer objeto segundo a forma própria e a medida deste, com base na imagem que com veracidade objetiva o reflete (KOPNIN, 1978, p.81-82).

A lógica dialética consiste em relacionar a objetividade dos conceitos de um determinado conteúdo e as teorias das ciências com sua mutabilidade e instabilidade demonstrando que a verdade é impossível de ser obtida sem desenvolvimento.

Para Prado Jr. (1955), a dialética enquanto lógica expressa a forma de movimento do pensamento que se mostra por meio do progresso e consequente maturação do conhecimento. Essa fluidez da lógica dialética estimula a observação do fenômeno segundo sua própria natureza, o que proporciona melhor compreendê-lo.

A dialética enquanto lógica se propõe a interpretar as leis de transição de um sistema teórico a outro, a descobrir as leis da constituição das teorias científicas, os caminhos que levaram ao seu desenvolvimento. Diante do processo evolutivo do pensamento filosófico, elaborou-se o método de análise do conhecimento teórico, que tem os seguintes pontos de partida:

- 1) o conhecimento como processo de conhecimento da realidade objetiva pelo pensamento;
- 2) a interação prática entre sujeito e objeto como base do movimento do conhecimento no sentido de novos resultados;
- 3) o conhecimento como movimento no sentido de novos resultados segundo as leis e formas da própria realidade objetiva, representadas na consciência do homem;

⁷ Verdade objetiva é aquela verdade que se mostra indiscutível, se aproxima da verdade científica (Abbagnano, 2003). Os termos Realidade Objetiva e Verdade Objetiva são bastante utilizados nas teorias por nós estudadas, contudo, atualmente são pouco empregados.

4) as leis e categorias da dialética, elaboradas no processo de desenvolvimento histórico, que se constituem nas leis do movimento quer dos fenômenos da realidade objetiva quer do conhecimento dos mesmos, leis e categorias que são um instrumento pelo qual o homem obtém novos resultados no pensamento. (KOPNIN, 1978, p.87)

O pensar dialético revela as transições, o movimento e o desenvolvimento podendo estimar as coisas de acordo com sua própria natureza. O autor diz que o pensamento dialético há de ser um novo modelo que contemple: descrição minuciosa lógico-epistemológica do conteúdo, formas e regularidades do pensamento dialético; análise de mecanismos psicológicos formativos desse tipo de pensar nos estudantes, conferindo meios fundamentais do pensamento teórico; criar manuais didático-metodológicos que permitam, para qualquer conceito, dominar as bases do pensamento teórico.

Kopnin (1978), utilizando-se das palavras de Lênin, assinala algumas exigências básicas da lógica dialética. Primeiro é preciso estudar todos os aspectos, todas as relações e mediações de um objeto para conhecê-lo realmente, evitando erros de interpretação no significado deste objeto. Segundo, a lógica dialética estabelece que se assuma o objeto em seu desenvolvimento, em mudança. Terceiro, “a prática humana deve incorporar-se à plena ‘definição’ do objeto quer como critério de verdade, quer como determinante prática da relação entre o objeto e aquilo de que o homem necessita.” (p.82). Por fim, para a lógica dialética não há verdade abstrata, a verdade é sempre concreta.

Para demonstrar a veracidade de qualquer construção teórica, é necessário mostrar o caminho pelo qual o nosso pensamento chegou a ela, analisar o material factual, as leis e formas de sua elaboração, o método de construção de uma teoria. O processo de sua descoberta compreende a sua demonstração e vice-versa: a demonstração de uma teoria se apresenta ao mesmo tempo com seu desenvolvimento, complemento, concretização. (KOPNIN, 1978, p.83)

Quando elabora-se alguma construção teórica nova, rejeita-se algo que é tido como velho e demonstra-se o novo. O processo de demonstração implica no esclarecimento da verdade e o seu conhecimento compreende a demonstração (KOPNIN, 1978).

O objeto, com todas as suas relações e mediações, não representa somente o caminho de obtenção da verdade, representa também a sua demonstração. Para Kopnin (1978, p.84, grifo do autor),

Enquanto doutrina do método de obtenção e demonstração da verdade, a lógica dialética focaliza as formas de pensamento cujo estudo sempre foi

objeto da lógica. [...] Após definir o conteúdo principal da lógica dialética como ciência, Lênin escreveu: “*O conjunto de todos os aspectos de um fenômeno, da realidade e as relações (mútuas) entre eles – eis aí de que se constitui a verdade. As relações (= transições = contradições) entre os conceitos = conteúdo principal da lógica, sendo que esses conceitos (e as relações entre eles, transições, contradições) apresentam-se como reflexos do mundo objetivo. A dialética das coisas cria a dialética das ideias e não ao contrário.*”

A lógica dialética, portanto, não consiste em enumerar as formas de pensamento sem conexão alguma. Depois de enumerá-las é estabelecida uma relação de subordinação entre as formas de pensamento no processo do movimento do conhecimento no sentido da verdade, desenvolvendo-se formas superiores a partir de formas inferiores.

Prado Jr. (1955) diz que o conhecimento representa um acúmulo progressivo, temporal e espacial, em que as contribuições são acrescentadas permanentemente e os acréscimos são realizados e acumulados com base num conhecimento tido anteriormente. Pode-se pensar, então, que o conhecimento passado é enriquecido no presente. E, para a lógica dialética, novos elementos podem ser acrescentados a qualquer momento para que a essência se mostre e se alcance o pensamento teórico.

A lógica dialética tem por base o princípio da unidade entre o abstrato e o concreto no pensamento teórico-científico.

Neste princípio se baseia a construção de todo o sistema da lógica dialética: o desenvolvimento dos juízos, conceitos, deduções, teorias científicas e hipóteses não é senão um processo de ascensão do abstrato ao concreto. O movimento do pensamento do abstrato para o concreto é um meio de obtenção da autêntica objetividade no conhecimento. (PRADO JR, 1955, p.85)

Nesse sentido, Davydov (1982, p.86 – tradução nossa) considera que, para atingir o pensamento teórico-científico é necessário usufruir da lógica dialética: “[...] [que] se ocupa das condições de autenticidade do nosso pensamento... do desenvolvimento e da interconexão das formas de pensamento...”

Podemos, então, considerar a dialética como um método de análise concreta do objeto real, dos fatos reais.

Kopnin (1978) nos diz que a dialética aborda aspectos diferentes no pensamento teórico-científico, fornecendo um sistema de categorias que apresenta o desenvolvimento de novos resultados no processo de movimento do pensamento.

De acordo com Kopnin (1978, p.100), as leis da dialética

explicam o conhecimento como sendo um processo em desenvolvimento, que incorpora necessariamente saltos, interrupções do processo de graduação, a aquisição de resultados basicamente novos à base da solução de contradições que surgem entre sujeito e objeto. A dialética não simplifica o processo do pensamento científico, não o reduz à dedução lógico-formal nem tampouco dá margem a especulações irracionais.

O autor ainda menciona as leis básicas da dialética materialista: 1) lei da unidade e luta dos contrários, ou lei da interpretação dos opostos: essa lei garante a unidade e a continuidade da mudança incessante da natureza. 2) lei da transformação das mudanças quantitativas em qualitativas ou lei da conversão da quantidade em qualidade e vice-versa: na natureza, as variações qualitativas só podem ser obtidas somando-se ou subtraindo-se matéria ou movimento, ou seja, por meio de variações quantitativas. 3) lei da negação da negação: cada síntese é por sua vez a tese de uma nova antítese que dará lugar a uma nova síntese.

O desenvolvimento do mundo objetivo e do pensamento humano é revelado por meio das leis básicas da dialética por abordarem questões gerais da teoria do desenvolvimento. Para o autor, “a lei da unidade e luta dos contrários ocupa posição especial. Determina o principal e o essencial no desenvolvimento como um todo” (KOPNIN, 1978, p. 104).

Assim, contrapondo o ensino baseado na lógica formal, Davydov propôs como tarefa da escola, em todos os seus níveis, a formação do pensamento teórico-científico segundo a lógica dialética.

A sistematização didática proposta por Davydov visa que a atividade de ensino do professor, conectada à atividade de aprendizagem do aluno, propicie a aquisição do pensamento teórico-científico e, por consequência, a ampliação do desenvolvimento mental dos alunos. Os saberes apresentam um valor em função da formação geral, independentemente de circunstâncias e interesses particulares.

A visão total do conceito é necessária para encaminhar uma solução para um problema. Quando não observa-se o todo, pode-se atribuir valores exagerados a verdades limitadas, prejudicando a compreensão de uma verdade geral. Essa visão é sempre provisória, nunca alcança uma etapa definitiva e acabada e esse movimento, que caracteriza a dialética, conduz ao pensamento teórico.

As ações, que revelam e constroem a conexão essencial e geral dos objetos, servem de fonte para as abstrações e generalizações como ponto de partida para a compreensão de conceitos teóricos.

A essência do pensamento teórico consiste em um procedimento especial com que o homem enfoca a compreensão das coisas e dos acontecimentos por via de análise das condições de sua origem e desenvolvimento. Quando os estudantes estudam as coisas e os acontecimentos do ponto de vista deste enfoque, começam a pensar teoricamente (DAVYDOV, 1988, p. 6 – tradução nossa).

Esse processo revela a gênese e o desenvolvimento dos objetos de conhecimento proporcionando a construção do conceito. Dessa forma, o pensamento teórico se desenvolve por meio da formação de conceitos e pelo domínio dos procedimentos lógicos do pensamento.

A essência da diferença entre os currículos atuais e o de Davydov é a introdução, ainda no Ensino Fundamental, à estrutura matemática antes de atividades aritméticas. Ao trabalhar com expressões literais para examinar as relações entre objetos para abstrair suas propriedades particulares, as crianças adquirem um conceito geral de relações quantitativas subjacentes e a habilidade de analisar as propriedades de relações matemáticas.

O ingresso na escola permite a criança sair do limites do período infantil da sua vida, ocupar uma posição e passar ao cumprimento da atividade de estudo, socialmente significativa, a qual lhe oferece um rico material para satisfazer seus interesses cognitivos. Estes interesses atuam como premissas psicológicas para que surja na criança a necessidade de assimilar conhecimentos teóricos (DAVYDOV, 1988, p.177 – tradução nossa).

Corroborando a citação anterior, Davydov e Márkova (1987) nos dizem que com o ingresso nas séries iniciais a criança deve sentir o caráter novo e a peculiaridade dos conceitos recebidos na escola, percebendo que se tratam de conceitos científicos e devendo ser tratados de maneira distinta quando comparados aos conhecimentos cotidianos adquiridos no período pré-escolar.

No ensino da Matemática, no que tange à formação do conceito de número, Davydov (1982, p. 431 – tradução nossa) defende que é preciso “criar nos estudantes uma concepção circunstanciada e válida do número real, na qual se encontra oculto o conceito de grandeza”. Para o autor, os números naturais e os números reais como momentos particulares deste objeto matemático, número, mais geral.

Nesse sentido,

a ideia de número natural não é um produto puro do pensamento, independe da experiência; os homens não adquiriram primeiro os números para depois contarem; pelo contrário, os números naturais foram se

formando lentamente pela prática diária de contagens (CARAÇA, 1984, p. 04).

Segundo o mesmo autor, a prática diária das operações de medir e contar permitiu à humanidade criar a ideia dos números naturais e racionais e, em consequência, com a intenção de resolver problemas teóricos acerca de medidas criou-se a ideia dos irracionais. Por último criou-se os números relativos (inteiros e fracionários) a fim de resolver problemas relacionados a grandezas, como por exemplo a temperatura, que pode apresentar-se em dois sentidos opostos, levando a formação do tradicionalmente conhecido campo dos reais.

De maneira sucinta, “é o número natural, surgindo da necessidade da contagem, o número racional, da medida, o número real, para assegurar a compatibilidade lógica de aquisições diferentes” (CARAÇA, 1984, p. 125).

Portanto, podemos dizer que o conceito de número reflete sua verdadeira natureza somente nos números reais quando o objeto em estudo apresenta a existência da relação entre os naturais, racionais, irracionais e inteiros, formando um sistema de conceitos.

Dessa forma, Vygotsky (2000, p. 294) afirma que “cada conceito deve ser tomado em conjunto da mesma forma que uma célula deve ser tomada com todas as suas ramificações através das quais ela se entrelaça com o tecido comum”.

Nesse sentido, observamos a importância de ter a totalidade de um conceito sendo estudada, a fim de constituir a base teórica necessária para realizar generalizações teóricas, observando a essência dos conceitos, fato este defendido por Davydov e reforçado por Vygotsky.

2.2- Empírico e Teórico na Abordagem Dialética

O ser humano tem contato com o mundo exterior por meio dos sentidos e é por meio das sensações e das percepções que emana todo o nosso conhecimento. Nesse sentido, Kopnin (1978, p.152, grifo do autor) destaca que

tanto o empírico como o teórico são níveis do movimento do pensamento. Diferem um do outro pela maneira e pelo aspecto em que neles é dado o objeto, pelo modo como é conseguido o conteúdo básico do conhecimento, o que serve como forma lógica de expressão deste e, por último, pela sua importância prática e teórica.

No pensamento empírico, segundo o mesmo autor, o objeto é representado considerando suas relações e manifestações exteriores, imediatamente perceptíveis. Cientificamente, a aplicação prática do conhecimento empírico é limitada, constituindo um ponto de partida qualquer para a construção da teoria.

Por meio da experiência imediata obtém-se o conteúdo fundamental do pensamento, em nível empírico; a forma de conhecimento e os conceitos subentendidos na linguagem nos quais estão expressos os resultados do conhecimento empírico são racionais. Para Kopnin (1978, p.152),

O pensamento teórico reflete o objeto no aspecto das relações internas e leis do movimento deste, cognoscíveis por meio da elaboração racional dos dados do conhecimento empírico. Sua forma lógica é constituída pelo sistema de abstrações que explica o objeto. A aplicação prática do conhecimento teórico é quase ilimitada, enquanto no sentido científico a construção da teoria se manifesta como um resultado final, como conclusão do processo de conhecimento.

Podemos considerar, então, que o pensamento empírico e o pensamento teórico são independentes, mas estão interligados. O empírico se transforma em teórico e, o que em determinada etapa se considerava teórico torna-se acessível empiricamente em uma etapa mais elevada nos processos de ensino e aprendizagem (KOPNIN, 1978).

Já, o pensamento abstrato e o pensamento concreto, para Kopnin (1978), correspondem a categorias da dialética materialista e refletem a mudança da imagem cognitiva de um conhecimento proporcionando penetrar na sua essência, expressando as leis da mudança ocorridas ao longo de toda a sua evolução. Portanto, pode-se considerar que um conceito que alcançou determinado nível de desenvolvimento é uma abstração.

“A abstração é a divisão do concreto-sensorial, a separação das suas definições. Por meio dela captamos apenas propriedades ou momentos isolados” (KOPNIN, 1978, p.156). Por isso, não podemos considerar o desenvolvimento do pensamento somente com a formação de abstrações isoladas. Ainda, para o mesmo autor,

o pensamento é abstrato no sentido de que, em termos gerais, não é empírico-concreto; em sua essência, o pensamento é inteiramente concreto, pois expressa a realidade em suas multiformes propriedades e relações. (p.156)

Kopnin (1978) defende ainda que o pensamento científico se orienta do abstrato para o concreto considerando as diferentes formas de expressão desse pensamento. Para a lógica dialética, essa orientação do pensamento corresponde ao método de ascensão do abstrato para o concreto e caracteriza-se como uma maneira de assimilar o concreto considerando que esse concreto nunca é criado, apenas reproduzido por meio do pensamento.

Para ocorrer o desenvolvimento do conhecimento científico, considerando que o pensamento se manifesta por diferentes e variadas abstrações por meio das quais a realidade é apreendida, a operação com estas abstrações é imprescindível.

Para o autor, o conteúdo das abstrações é o que de real existe, mesmo que o objeto não esteja representado da maneira como ele existe na realidade. Nesse sentido, se o pensamento só se realiza nas abstrações, todo o conhecimento pode ser considerado abstrato.

O pensamento abstrato, por um lado, está mais distanciado do objeto estudado, pois está a ele vinculado através das sensações, percepções e noções e, por outro, está mais perto dele por apreender a essência, as leis do movimento dos fenômenos do mundo objetivo. (KOPNIN, 1978, p.159, grifo do autor)

As abstrações permitem as ciências apreender o que é império à contemplação imediata/sensorial, mas elas não substituem esta contemplação, elas representam um novo nível no sentido de movimento do conhecimento.

O ato de separar ou isolar indícios que são perceptíveis sensorialmente – contemplação imediata/empírica – não corresponde ao cerne da abstração porque a imagem sensorial-concreta do objeto não é o mais importante nas abstrações.

As abstrações que enfatizam a separação de indícios comuns de objetos/fenômenos, oriundas das experiências sensórias, é característica do enfoque empírico do pensamento e Kopnin (1978) ainda diz que, se as abstrações se restringissem a essa separação de indícios/semelhanças, elas seriam pobres de conteúdo.

Na abstração com enfoque teórico, os indícios sensorialmente perceptíveis de um objeto/fenômeno proporcionam a descoberta de propriedades e as relações entre essas propriedades constituem a essência do objeto.

Nesse sentido, o processo de ascensão do abstrato ao concreto não corresponde a uma sucessão de abstrações, mas uma síntese de abstrações com

relações internas no objeto/fenômeno que se complementam entre si. “A ligação entre as abstrações é determinada pelas ligações no objeto, enquanto sua unificação em certo conjunto, ou melhor, totalidade, ocorre à base de uma ideia que traduz a lei fundamental no movimento do objeto” (KOPNIN, 1978, p.163).

A combinação de dados sensorialmente perceptíveis não traduz o que é o pensamento. O pensamento suscita construções teóricas nas quais o objeto/fenômeno é representado por meio das relações e conexões estabelecidas internamente. Assim, o mundo e suas relações com a atividade mental e as operações no pensamento são processos para o alcance do conhecimento.

2.3- O Processo de Ascensão do Abstrato para o Concreto

O ensino priorizado na escola, segundo Davydov (1982), é de caráter empírico e a generalização dos conhecimentos é realizada observando-se características comuns em objetos ou fenômenos, tornando os conceitos abstratos e desprendidos da sua essência.

Para generalizar consideramos sempre indícios substanciais e não substanciais em objetos/fenômenos. Davydov (1982) nos diz que os indícios substanciais são aqueles que permanecem inalterados, são características constantes, estáveis e subsistentes a um grupo de objetos quando se variam as características não substanciais, que são aquelas que experimentam grandes mudanças em diferentes contextos.

Para Davydov (1982), por considerar apenas as características observáveis dos objetos, o pensamento empírico revela sua debilidade perante processos de generalização e formação de conceitos científicos.

Nesse sentido, o autor destaca que a falta de um princípio teórico único de classificação, na generalização empírica, é compensado por critérios empíricos e que o trabalho do professor se resume a desenvolver nos alunos a arte de identificar similaridades, na qual o resultado esperado é obtido por comparação.

A fim de compreender a proposta de Davydov voltamos o olhar para o atual currículo de Matemática que tem início nos números inteiros positivos para posteriormente abordar os números negativos e racionais, até atingir os números

reais. Essa abordagem pode gerar a ideia de que os números naturais são, de alguma forma, mais básicos ou mais naturais do que os reais.

Devlin (s/d) destaca, em outras palavras que, do ponto de vista cognitivo, os números naturais não são nem mais fundamentais nem mais naturais do que os números reais e que ambos provêm diretamente das nossas experiências no mundo cotidiano. Além disso, este mesmo autor diz que os números parecem surgir em paralelo, de diferentes processos cognitivos, utilizados para distintos fins, sem nenhuma relação de dependência entre eles.

Um exemplo disso é o início do estudo sobre os números, que aparecem frequentemente associados a quantidades e a agrupamentos de objetos. Pesquisas revelam que os estudantes captam bem indícios comuns evidentes em grupos de objetos, mas quando notam disparidade nas bases de sua classificação, se orientam através de similaridades palpáveis, excluindo noções consideradas importantes.

Segundo Davydov (1982) inicialmente, as crianças familiarizam-se com a noção matemática de quantidade, que pode ser expressa por meio de três diferentes relações simbólicas: $a = b$, $a < b$ e $a > b$. Desta forma, as crianças são orientadas a compreenderem as relações entre as grandezas e as suas propriedades por meio dos símbolos matemáticos $=$ (igual), $\neq$ (diferente), $<$ $>$ (menor ou maior). Essas relações permitem que os estudantes comparem diretamente valores físicos, não permanecendo somente na busca de característica empíricas.

Para Davydov (1982, p.435 – tradução nossa), “por meio da sua própria atividade objetiva, os estudantes reproduzem a base desse procedimento: a específica operação determinativa da relação múltipla de grandezas, consolidando seu resultado com a ajuda de abstratas unidades verbais”.

Davydov (1982, p. 408-409 – tradução nossa) afirma ainda que “[...] os estudantes têm de estudar essa conexão do geral com o particular e singular, ou seja, operar com o conceito. A assimilação do material de estudo envolvida pelo conceito dado se efetuará no processo de transição do geral ao singular”. Assim, “[...] na base do conceito se situa uma operação específica, que desde o seu início reproduz certa generalidade”.

O ensino proposto por Davydov aprofunda a caracterização e a compreensão da atividade de aprendizagem como conhecimento teórico-científico e, portanto, a base desse ensino é o seu conteúdo, de onde se decorrem os métodos de ensino.

Entretanto, não se trata da mera transmissão de conteúdos, mas de ensinar aos estudantes as competências e habilidades de aprender por si mesmos, no sentido de conseguir interpretar os conceitos científicos por meio da teoria e conseguir aplicá-los em situações específicas.

Devlin (s/d) nos diz que Davydov compreendeu a distinção entre o que Vygotsky chamou de conceitos espontâneos e conceitos científicos, explicando que os conceitos espontâneos surgem quando as crianças experienciam propriedades abstratas em atividades cotidianas ou de casos específicos e, os conceitos científicos se desenvolvem a partir de experiências formais com propriedades próprias (essenciais à compreensão do conceito científico em estudo), este último promovendo o pensamento teórico.

O currículo de Davydov enfatiza a abordagem de conceitos científicos desde o primeiro dia de escolaridade. Ele acreditava que a aprendizagem da matemática através de um aspecto geral para um específico leva a uma melhor compreensão da matemática bem como um melhor desempenho a longo prazo do que a abordagem empírica.

Para o autor, se as crianças muito jovens começam a aprendizagem da matemática com abstrações, elas estarão melhor preparados para usar abstrações formais em anos letivos posteriores, e seu pensamento vai desenvolver a capacidade de lidar com uma matemática mais complexa.

A proposta de Davydov destaca o processo de ascensão do abstrato para o concreto como um caminho para se alcançar o pensamento teórico- científico. Diante disso, a reprodução teórica do concreto sensível como unidade do diverso se realiza por procedimento de ascensão do abstrato ao concreto (DAVYDOV, 1988).

Davydov (1988) considera que o concreto sensível é dado sensorialmente. A atividade sensorial em formas peculiares de contemplação e representação é capaz de captar a integridade do objeto e a presença de conexões, que no processo de conhecimento conduzem a generalização. Mas a contemplação e a representação não podem estabelecer o caráter interno destas conexões.

Para o autor, a tarefa do pensamento teórico consiste em elaborar dados da contemplação e da representação em forma de conceito e com ele reproduzir o sistema de conexões internas que geram o concreto dado para expor sua essência.

Para reproduzir o concreto, no pensamento teórico, é indispensável uma abstração inicial, isto é, a visualização das propriedades características inerentes dos conteúdos/fenômenos. Em primeiro lugar, o conteúdo desta abstração deve corresponder à conexão historicamente simples do sistema integrado e sua desmembração representa o concreto. Em segundo lugar, devem estar refletidas as contradições das conexões simples do sistema, cuja resolução se converte em desmembrado. Em terceiro lugar, o conteúdo desta abstração deve refletir não só a conexão simples, mas também essencial do sistema estudado, cuja desmembração é assegurada pela lei que rege o conteúdo/fenômeno e, junto com ela, a unidade dos distintos correspondentes relativamente autônomos do sistema integral (DAVYDOV, 1988).

De modo simplificado, as propriedades da abstração inicial podem ser assim definidas: conexão historicamente simples, contraditória e essencial do concreto reproduzido.

Davydov (1988) considera a abstração inicial como célula ou abstração substancial e sua essência é a conexão simples que está na base do concreto, é a fonte na qual se origina todo o desenvolvimento e reflete a relação contemplativa, totalmente determinada do sistema integral.

Abstrato e concreto são momentos de desmembração do próprio objeto, da própria realidade e que são refletidos na consciência do indivíduo e por isso derivam-se do processo da atividade mental. Davydov (1988) apoiado nas ideias de Lenin diz que o abstrato aparece como momento da realidade material em permanente mudança.

De acordo com Davydov (1988), existem duas formas de abstração substancial:

1ª) ela pode aparecer como simples objeto, não desenvolvido e homogêneo, o que corresponde a uma abstração geneticamente inicial de um certo todo.

2ª) ela pode ter a forma de um objeto que em um determinado passo do desenvolvimento perde suas diferenças particulares, convertendo-se em homogêneo: as diferenças se igualam na redução dos tipos particulares do objeto.

A lógica dialética considera que, externo ao sujeito consciente, existem coisas e fenômenos singulares, particulares, que aparecem como produtos e aspectos do desenvolvimento de certa concretude. A base deste processo é a relação com o

objeto, sensório-perceptível, a célula da concretude. Embora exista em uma forma totalmente específica de relação com o objeto, ao mesmo tempo esta “célula” tem qualidades de forma abstrata geral, que determina o surgimento e desenvolvimento de outros fenômenos particulares e singulares dentro do certo todo (DAVYDOV, 1988).

Para Davydov (1988) somente no processo de desenvolvimento da “célula” é que se expõe a sua natureza universal – possibilidades potenciais da base genética de um certo todo – atuando como base de todas as manifestações do concreto e, através de suas ligações realiza a função de unificação dessas manifestações, ou seja, sua concretização.

A lógica dialética, contrária a lógica formal, baseia-se nos critérios de conteúdo essencial sobre conteúdos/fenômenos e essa essência só se mostra na revisão do processo de desenvolvimento deste conteúdo/fenômeno. A essência é oculta a observação imediata, mas quando aliamos as Tecnologias da Informação e Comunicação aos processos de ensino e aprendizagem essa essência nos parece ser passível de manipulação e experimentação. Algo que discutiremos no capítulo 3

A essência, portanto, é a conexão interna que, como fonte única, como base genética, determina todas as outras especificidades particulares do todo. Se trata de conexões objetivas que, em sua desmembração e manifestação asseguram a unidade dos aspectos do todo, ou seja, dão ao objeto um caráter concreto (DAVYDOV, 1988).

Segundo Davydov (1988), o mecanismo da ascensão é a revelação das contradições dentro da relação fixada na abstração inicial, portanto, faz-se importante encontrar e designar essas contradições. No processo de inferir o concreto é necessário encontrar muitas ligações para explicar algumas das suas manifestações individuais.

O mesmo autor destaca que no processo de ascensão do abstrato para o concreto há uma outra dificuldade: o estudante deve, necessariamente, considerar e incluir no concreto mental apenas as conexões e relações que realmente são dedutíveis da essência do conteúdo/fenômeno em estudo não se detendo às suas propriedades casuais, secundárias. Assim, o estudante deve ter um plano geral do todo examinado para poder fazer as abstrações necessárias.

A imagem do todo que é pouco comum, deve estar presente de forma permanente em nossa representação como pré-condição para a realização de operações teóricas. A capacidade de visualizar o todo antes de suas partes é uma atividade da imaginação e caracteriza a ascensão.

No pensamento teórico o concreto em si aparece duas vezes: como ponto de partida de contemplação e de representação, reformulado no conceito, e como resultado da reunião das abstrações mentais.

É importante ressaltar que, em última análise, o caráter "concreto" ou "abstrato" do conhecimento não depende de quão próximo se está das representações sensoriais, mas do objetivo do seu próprio conteúdo.

Se o fenômeno ou objeto é examinado pelo ser humano independentemente de certo todo, como algo isolado e autônomo, se tratará só de um conhecimento abstrato, por mais detalhado e visual que seja, por mais "concretos" que sejam os exemplos que os ilustrem. Mas, se o fenômeno ou objeto é tomado em unidade com o todo, examinado em relação com outras manifestações, com sua essência, com a origem universal (lei), se tratará de um conhecimento concreto, embora se expresse com ajuda de símbolos e signos mais "abstratos" e "convencionais". Quando consegue-se expressar um objeto na forma de conceito, significa que se alcançou a compreensão da sua essência pois foi possível construí-lo mentalmente (Davydov, 1988).

Assim, concluímos que a generalização teórica, que está relacionada com abstração teórica e caracteriza o pensamento teórico, ocorre por via de análise da essência dos objetos ou fenômenos estudados e essa essência é definida pela unidade interna de sua diversidade.

A abstração e a generalização do tipo substancial encontram expressão no conceito teórico que serve de procedimento para deduzir os fenômenos particulares e únicos de sua base universal. O conteúdo, portanto, do conceito teórico é o processo de desenvolvimento dos sistemas integrados.

Dessa forma, a generalização substancial consiste na redução dos diversos fenômenos em sua base única; o conceito teórico, na dedução da diversidade subjacente tal como uma unidade.

O resultado da redução tem de garantir a dedução, ou seja, ser ao mesmo tempo a forma inicial do conceito, e a realização da dedução deve demonstrar a

legitimidade da redução, ou seja, ser ao mesmo tempo a forma da generalização. Assim, redução e dedução estão intrinsecamente ligadas e se realizam uma através da outra (DAVYDOV, 1988).

Diante disso, concluímos que no processo de ascensão do abstrato para o concreto, que caracteriza o pensamento teórico, a reorganização do pensamento ocorre em torno do conjunto de fatos sobre o sistema integral de determinado conteúdo/fenômeno considerando sua essência e as contradições que o compõe.

3- AS TIC NO CENÁRIO EDUCACIONAL

3.1- A Evolução do Uso das TIC na Educação Matemática: um breve histórico

Neste capítulo apresentamos um histórico da utilização das TIC na Educação Matemática para posteriormente trazermos exemplos relacionando as TIC à teoria de Davydov, foco de nosso estudo.

Considerando-se que boa parte das investigações acerca da Educação Matemática precisava de novos fundamentos teóricos, em 1981, no Psychology of Mathematics Education (PME) que ocorreu na França, salientou-se a necessidade de se desenvolverem investigações conceituais sobre a aprendizagem e o pensamento matemáticos (DRIJVERS et al., 2010).

Em diversos eventos realizados pelo mundo as discussões sobre Educação Matemática aumentavam e Steiner, que havia liderado a formação do grupo Teoria de Educação Matemática no 5º International Congress on Mathematical Education (ICME-5) de 1984, escreveu que os desenvolvimentos recentes em Educação Matemática tinham mostrado uma nova dinâmica.

Esta nova dinâmica se caracterizava pela utilização de novas filosofias e teorias epistemológicas, destacando como campo de investigação de estudos cognitivos a inteligência artificial, referenciando-se na epistemologia dos micromundos⁸ (DRIJVERS et al., 2010).

Enquanto pesquisas envolvendo a teorização em Educação Matemática ainda era uma atividade emergente nos anos 1990, o uso da tecnologia foi evoluindo rapidamente, como veremos a seguir.

Em 1942 ocorreu o desenvolvimento do computador eletrônico de grande porte; em 1967 surgiu a primeira calculadora de quatro funções; em 1978 tivemos o desenvolvimento do microcomputador; em 1985 a calculadora gráfica. As possibilidades oferecidas pela tecnologia desafiaram tanto matemáticos quanto educadores matemáticos, e toda essa evolução da tecnologia fez com que eles

⁸ Quando um usuário tem o controle sobre o processo de criação e descoberta, um sistema pode ser considerado um micromundo (Harper apud Maddux, Johnson, Willis, 1997). O micromundo é considerado um ambiente de aprendizagem dinâmico que possui conceitos a serem explorados (KNUPFER apud MADDUX, JOHNSON, WILLIS, 1993).

começassem a sentir que ela poderia ter efeitos significativos sobre o conteúdo matemático escolar e também universitário (DRIJVERS et al., 2010).

Segundo Amante (2011, p.236),

Quando surgiram os primeiros microcomputadores, o ensino assistido por computadores (EAC) traduziu-se numa versão de programas designados de exercício e prática, (*drill and practice*) destinados ao treino de competências específicas e que, apesar de muito discutidos, não deixaram ainda de ser utilizados.

A evolução tecnológica prosseguiu e seu desenvolvimento estava pautado em abordagens para aprendizagem de programação que abarcavam conceitos matemáticos. Como exemplos de linguagens de programação que surgiram e tinham essa característica, podemos citar o Logo e o BASIC.

O Logo ficou conhecido pela “tartaruga”, um cursor na tela do computador que era comandado pelo usuário.

O mundo da tartaruga era um micromundo, um "lugar", uma "província de Mathland", onde certos tipos do pensamento matemático poderiam crescer com facilidade particular. A tartaruga define um mundo autossuficiente em que certas questões são relevantes e outras não são ... essa ideia pode ser desenvolvida através da construção de muitos desses "micromundos", cada um com seu próprio conjunto de premissas e restrições. (DRIJVERS et al., 2010, p.94 – tradução nossa)

Drijvers et al. (2010, p.91) destacam que “Papert, um matemático que foi influenciado pelas teorias de Piaget, estava interessado nas atividades de aprendizagem das crianças pequenas e como o computador poderia melhorar as atividades”.

Ferrara et al. (2006) dizem que experiências de programação podem fornecer aos estudantes uma certa base conceitual para o conceito de variável e melhorar o trabalho da álgebra com lápis e papel, o que torna relevante integrar diferentes ambientes de aprendizagem como lápis, papel e tecnologias.

A programação em BASIC, segundo Drijvers et.al (2010), também foi considerada um meio para melhorar o desempenho matemático dos estudantes, aumentando sua capacidade de resolver problemas, mesmo com alunos mais jovens.

De acordo com Sebesta (2003, p. 73),

o BASIC foi muito popular nos microcomputadores no final da década de 70 e início da década de 80. Duas principais características do BASIC levaram à disseminação do seu uso. Ele é fácil para os iniciantes aprenderem, especialmente aqueles que não estão voltados para a ciência, e seus

dialetos menores podem ser implementados em computadores com memórias muito pequenas.

Ainda, segundo o mesmo autor, o único tipo de dado utilizado na linguagem de programação BASIC é o real e, apesar de ser uma linguagem fácil de ser aprendida, caracterizava-se por ser bastante limitada.

Para Drijvers et al. (2010) a chegada do microcomputador no final de 1970 não só aumentou o interesse na atividade de programação, mas também levou ao desenvolvimento de *software* específicos. Alguns destes *software* especializados foram criados especificamente para a aprendizagem da matemática, como por exemplo o CABRI Geometry, enquanto outros foram adaptados para uso em sala de aula de matemática, como por exemplo, planilhas eletrônicas e sistemas de álgebra computacional.

A partir dos anos de 1980, as tecnologias permitiram desenvolver tarefas como processamento de textos, constituição de bases de dados, tratamento de imagem e de dados, entre outras funções diversificadas, passando as ser vistas como ferramentas de trabalho (AMANTE, 2011).

Considerando a evolução tecnológica, no relatório da primeira Conference of International Commission on Mathematical Instruction (ICMI Study), ocorrida na França em 1985, a síntese dos trabalhos e discussões enfatizava o papel que os computadores podem desempenhar na aprendizagem da matemática, como por exemplo, os *software* que propiciam a descoberta e exploração de conceitos por serem derivados da computação gráfica, tornando ativo o envolvimento dos estudantes na sua própria aprendizagem por meio da escrita de programas de curta duração (DRIJVERS et al., 2010).

Os primeiros exemplos do uso da tecnologia na educação descreviam o papel desempenhado por ela e não o aspecto de ferramenta de pesquisa para a concepção de ambientes de aprendizagem, ou para testar hipóteses sobre a possível melhoria do ensino e da aprendizagem matemática. No começo, as concepções teóricas focavam questões específicas relacionadas com a integração da tecnologia na educação, muitas vezes relacionadas a tipos específicos de *software*, não vindo a ser relacionadas, inicialmente, com teorias sobre a aprendizagem (DRIJVERS et al., 2010).

Para os mesmos autores, o desenvolvimento dos microcomputadores e sua ampla disseminação apresentavam uma nova configuração quando da inserção da informática na Educação Matemática e as atividades desenvolvidas classificavam-se de acordo com três modos ou funções do computador: tutor, ferramenta, e tutorado.

Como tutor o computador apresenta alguma atividade, o estudante responde, e essa resposta é avaliada pelo computador determinando o que será apresentado posteriormente. Enquanto ferramenta, o computador não requer uma programação especializada como a do tutor, e pode ser utilizado de diferentes maneiras: uma calculadora para uso em matemática, um mapa para geografia, entre outros. Já na atividade de informática educativa na forma tutorado o aprendiz precisa aprender a programar o computador em uma determinada linguagem e, ao aprender essa linguagem de programação, o estudante estaria comandando o computador na execução de uma tarefa, promovendo o desenvolvimento do pensamento por meio da atividade de programação (DRIJVERS et al., 2010).

Neste contexto, Ferrara et al. (2003, p.243 – tradução nossa) destacam que

um sistema de tutoria, chamado Animate, foi desenvolvido especificamente para proporcionar aos alunos uma melhor capacidade para gerar um conjunto formal de expressões algébricas ou equações de problemas apresentados em forma de história.

Para os autores um efeito positivo desse tutor estava na possibilidade de continuar a resolver expressões contendo erros conceituais, aprender a detectar esses erros e repará-los durante o processo de desenvolvimento da atividade.

Drijvers et al. (2010), pensando sobre as ideias teóricas de micromundos com foco nas metas educacionais nos dizem que Papert e Harel, desenvolveram a noção do aprender-fazendo, também chamada construcionismo, criando um ambiente em que o estudante está envolvido num processo de construção.

Seguindo a evolução das tecnologias computacionais, Drijvers et al. (2010) destacam que foram desenvolvidos Sistemas de Computação Algébrica (CAS) que permitiam a manipulação simbólica. Alguns pesquisadores dizem que o uso do CAS pode ser desastroso quando os estudantes aprendem um conteúdo matemático novo sem experimentar a manipulação algébrica com lápis e papel, por dificultar a compreensão do conceito contido nessa manipulação. No entanto, outros pesquisadores têm mostrado que os alunos podem demonstrar a compreensão dos

conceitos utilizando-se do CAS antes mesmo de dominar técnicas de manipulação algébrica com lápis e papel.

Drijvers et al. (2010) citando Pea (1987), destacam que ocorreu uma reelaboração da ideia psicológica de ferramentas cognitivas para o caso da tecnologia na educação, enfatizando que os computadores permitem a ampliação e reorganização do pensamento matemático.

As ferramentas permitem eficiência e velocidade na aprendizagem e também a reorganização do pensamento quando utilizadas. Por isso, pode-se dizer que os computadores afetam as pessoas no momento em que decidem as metas educacionais a serem atingidas com a utilização das tecnologias, e também as pessoas afetam os computadores no momento em que decidem a forma mais adequada de seu uso, tutor, ferramenta ou tutorado (DRIJVERS et al., 2010).

Pensando na teorização da utilização das tecnologias na educação matemática, na década de 1990, como mencionado anteriormente, Drijvers et al. (2010) destacam que uma literatura mais madura em relação ao uso da tecnologia na aprendizagem matemática vinha sendo desenvolvida. No contexto da Educação Matemática tanto a teorização foi ampliada, quanto as teorias utilizadas no âmbito da investigação sobre a aprendizagem da matemática experimentavam mudanças.

Em décadas anteriores, o construtivismo de Piaget esteve presente nas elaborações teóricas, principalmente considerando aspectos cognitivos, sobre pesquisas relacionadas ao uso da tecnologia. Na década de 1980 a teoria de Vygotsky, com ênfase sociocultural, começou a permear a Educação Matemática. Durante anos pesquisadores refletiram sobre o desenvolvimento das perspectivas socioculturais, inclusive tornando-se tema do programa científico da Conferência PME em 1995. Ainda, outras teorias apareceram durante esses anos enfatizando que o conhecimento é situado e é um produto da atividade, do contexto e da cultura em que é desenvolvido e utilizado (DRIJVERS et al., 2010).

As perspectivas histórico-científicas, após tornarem-se populares no final dos anos 1980 foram adotadas e adaptadas nos anos 1990 por pesquisadores interessados no papel das tecnologias na aprendizagem matemática. Alguns exemplos de teorias, resultantes da adaptação de aspectos tanto de teorias socioculturais quanto de aprendizagem situada, que hoje vêm sendo usadas em pesquisas sobre ensino e aprendizagem de matemática: 1º) a estrutura Webbing e a

abstração situada; 2º) Teoria de Brousseau que destaca o conceito do meio e resulta da adaptação de aspectos das teorias de Vygotsky e Piaget, caracterizada pela investigação da integração da tecnologia em situações de aprendizagem matemática; 3º) Quadro de atividades perceptuais-motoras, ainda em desenvolvimento teórico, que foi concebida para uso em pesquisas sobre ambientes de modelagem (DRIJVERS et al., 2010).

Os mesmos autores explicitam que Noss e Hoyles (1996) interpretam a ideia de *scaffolding* da seguinte forma: um adulto oferece certo nível de apoio para que a criança consiga alcançar com sucesso sua zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Este apoio diminui gradualmente quando a participação do estudante no processo de ensino e aprendizagem aumenta, de onde surge a metáfora da Webbing (rede/teia), a qual considera tanto as configurações computacionais como o controle exercido pelo estudante durante o processo.

Os autores dizem ainda que, para Noss e Hoyles, a abstração não é pensada como algo afastado do referencial, mas envolvido na situação, próximo dela. Noss e Hoyles (1996, p.122 – tradução nossa) destacam que abstração situada "descreve como os alunos constroem ideias matemáticas, desenhando sobre a Webbing de uma determinada configuração que, por sua vez, molda a forma como as ideias são expressas".

Na abordagem de Noss e Hoyles os conceitos teóricos, *scaffolding* e abstração, foram retrabalhados de modo a melhor captar alguns aspectos que são especiais sobre a aprendizagem em ambientes tecnológicos, bem como a forma como este aprendizado pode desencadear conexões com outras definições matemáticas (DRIJVERS et al., 2010).

Ainda sobre os exemplos das três teorias citadas anteriormente, Drijvers et al. (2010) relatam que no final de 1970, Brousseau desenvolveu o conceito de milieu, destacando que o trabalho do professor consiste em propor uma situação de aprendizagem para o estudante a fim de satisfazer as restrições do meio e não apenas as expectativas do professor. Nesse sentido, a situação de aprendizagem integra o meio e, ao utilizar tecnologias num ambiente de aprendizagem com essas características, é preciso criar situações que provoquem a utilização das tecnologias na busca de objetivos matemáticos para realizar uma tarefa.

Os fundamentos teóricos que apoiam o uso de ferramentas de aprendizagem têm evoluído ao longo dos anos, tanto que a partir dos anos 1990 passamos a ouvir falar das TIC, que possibilitam a comunicação e obtenção de informação por meio da Internet.

Dessa forma, as tecnologias além de possuírem uma dimensão cognitiva passaram a assumir uma dimensão social:

[...] não devemos ver o ciberespaço⁹ como um mero repositório de informação. Mais do que isso ele é um lugar propiciador de dinâmica social, em que a própria informação perde o seu caráter estático e adquire uma dinâmica de mudança constante, alterando-se, crescendo e permitindo aos seus criadores a sua apropriação de forma transformadora. Ou seja as TIC são tecnologias tanto cognitivas como sociais. (PONTE, 2000, p. 70).

Assim, ao aliar as TIC a uma perspectiva de desenvolvimento do ensino e da aprendizagem modificamos uma visão de ensino pautada na transmissão de conhecimento e consumo de informação e estamos vislumbrando um espaço pedagógico no qual o foco é a construção do conhecimento.

3.2- Outras Abordagens das TIC na Educação Matemática

Muitos estudos sobre o uso da tecnologia na Educação Matemática referem-se a uma abordagem instrumental ao considerar o papel da tecnologia no ensino e aprendizagem da matemática. Alguns pesquisadores dizem que com essa abordagem a perspectiva principal é psicológica e cognitiva e os esquemas mentais são desenvolvidos durante a interação social, mas são essencialmente individuais (DRIJVERS et al., 2010).

Os mesmos autores destacam que outras pesquisas enfatizam a importância das técnicas desenvolvidas pelos estudantes na interação social durante a utilização de ferramentas tecnológicas, técnicas estas englobando noções teóricas.

Nesse sentido, Artigue (2002, p.248 – tradução nossa) salienta que é importante dar um maior significado à técnica do que se dá habitualmente no discurso educacional. A autora destaca que “a técnica é uma forma de resolver uma

⁹ Compreendemos o ciberespaço como um espaço em que não se faz necessária a presença física do ser humano para constituir a comunicação como fonte de relacionamento. É um espaço para a comunicação por meio da tecnologia.

tarefa e, tão logo se vai além do corpo de tarefas de rotina para uma dada instituição, cada técnica é um conjunto complexo de raciocínio e trabalho de rotina.”

Para compreender a teoria de instrumentação é necessário distinguir artefato e instrumento. Segundo Drijvers et al. (2010, p.108 – tradução nossa), um artefato é um objeto que é muitas vezes usado como uma ferramenta.

Pense em um martelo, um piano, uma calculadora, ou um sistema de geometria dinâmica no seu PC. O que é exatamente o artefato em uma determinada situação nem sempre é claro. Por exemplo, no caso de software de geometria dinâmica, é uma questão de granularidade ao se considerar o software como um todo, um artefato único, ou se alguém o vê como uma coleção de artefatos, tais como o artefato de construção, o artefato de medição, o artefato de arrastar, e assim por diante.

Para os mesmos autores, a noção de artefato é ampla e seu uso não é trivial.

Enquanto eu não tenho nenhuma ideia sobre o que as letras representam, processadores de texto são artefatos inúteis para mim. Assim que eu começar a aprender a escrever, a caneta não é mais um artefato que eu uso para desenho, mas se transforma em um artefato que eu também uso para escrever. (DRIJVERS et al., 2010, p. 108 – tradução nossa)

Os autores, apoiados nas ideias de Rabardel, dizem que ao considerar ainda as habilidades em desenvolvimento, a caneta que é um artefato utilizado para escrever se torna também um instrumento para a escrita. E nos referimos a instrumentos quando há uma relação significativa entre o usuário e o artefato utilizado para uma tarefa específica.

Além do artefato, o instrumento também envolve as técnicas e os esquemas mentais que o usuário desenvolve e aplica durante o uso do artefato. Para colocar isso na forma de uma “fórmula” um tanto simplificada afirmamos que: instrumento = artefato + esquemas e técnicas, para um determinado tipo de tarefa. (DRIJVERS et al., 2010, p. 108 – tradução nossa)

No quadro de abordagens instrumentais, a referência é a teoria de instrumentação como um todo, e em um contexto mais específico da gênese instrumental, faz-se referência à maneira como o artefato afeta o comportamento tanto do estudante quanto do pensamento, ao contrário de instrumentalização, que diz respeito a maneira como o pensar do aluno afeta o artefato (DRIJVERS et al., 2010).

Nos últimos anos, de acordo com os mesmos autores, várias perspectivas teóricas têm sido utilizadas em pesquisa na área da educação matemática considerando a interação entre humanos e tecnologias.

Ao pensarmos em um ambiente computacional baseado em conceitos matemáticos nos reportamos ao tipo de interação que ocorre entre o usuário e a

tecnologia. A ação se realizada por meio de comunicação com a tecnologia com a utilização de uma linguagem particular de programação, como por exemplo o ambiente Logo, ou em ambientes de geometria dinâmica onde a comunicação ocorre por meio da manipulação direta de objetos com o *mouse* (DRIJVERS et al., 2010).

Os autores salientam que as novas tecnologias permitem a exploração e a coordenação de múltiplas representações de conceitos matemáticos, tanto em um ambiente computacional quanto no ambiente tradicional do lápis e papel, permitindo o desenvolvimento do pensamento.

Para os autores Borba e Villarreal (2005), dizer que o os computadores desenvolvem o pensamento dos estudantes pode ou não pode expressar uma dicotomia entre seres humanos e ferramentas, dependendo do referencial teórico utilizado.

Borba (2001, p.46) destaca o construto teórico “seres-humanos-com-mídias”, dizendo que “os seres humanos são constituídos por técnicas que estendem e modificam o seu raciocínio e, ao mesmo tempo, esses mesmos seres humanos estão constantemente transformando essas técnicas.”

Ao assumir uma unidade entre os seres humanos e as ferramentas ou, recusar a dicotomia entre humanos e tecnologia, pode resultar em uma avaliação completamente diferente do uso de ferramentas, e propiciar abordagens diferentes para problemas de aprendizagem relacionados ao uso de tecnologias (DJIVERS et al., 2010).

O objetivo, segundo Djivers et al. (2010), da unidade entre os seres humanos e os meios de comunicação, os seres-humanos-com-mídias (Borba e Villarreal 2005), é tornar a ferramenta transparente, modificando a mediação com a utilização de uma ferramenta.

As TIC, corroborando Kenski (2007), provocaram uma mudança na educação e com ela surgiram novas mediações no que diz respeito a abordagem do professor, a compreensão do aluno e o conteúdo veiculado no ambiente escolar. Quando bem utilizadas, as TIC alteram os comportamentos de professores e alunos, propiciando um maior aprofundamento do conteúdo estudado. A propriedade de mediação da tecnologia, portanto, implica em um conjunto de relações e ações recíprocas, no âmbito das práticas pedagógicas.

3.3- Perspectivas da Utilização das TIC na Educação Matemática

Quando pensamos em tecnologias, nos reportamos imediatamente a artefatos e máquinas com inúmeras e diferentes funções, mas a própria evolução da humanidade está diretamente relacionada com as tecnologias que foram historicamente desenvolvidas. Essa evolução da humanidade e os avanços científicos expandem o conhecimento dessas tecnologias desenvolvidas propiciando a criação permanente de novas tecnologias, cada vez mais sofisticadas (KENSKI, 2007).

As TIC podem ser então consideradas como produtos da ação humana, historicamente construídas que expressam momentos sociais dos quais elas dependem e, são totalmente influenciadas por eles.

Os avanços da ciência e, conseqüentemente, das tecnologias têm chegado aos diferentes espaços e provocam diferentes reações em cada um de nós. Os impactos da inovação têm mudado as formas de comunicação, de relacionamentos, de sentimentos e, até mesmo, de pensamentos por meio das formas como as informações nos chegam, moldam como nos posicionamos perante os fatos e as pessoas, e como nos vemos.

As concepções que construímos são oriundas das experiências vivenciadas por nós no mundo e da maneira como as adquirimos. As TIC estão presentes desde os mais simples equipamentos que nos auxiliam no dia a dia, até nos mais sofisticados sistemas utilizados nas pesquisas em diferentes áreas das ciências.

Kenski (2007) nos diz que a evolução tecnológica e social do homem não diz respeito somente à adaptação ao uso de novos equipamentos, mas também na forma de perceber o mundo. A comunicação, as emoções, o comportamento se modificam ao passo em que novas tecnologias passam a ser integradas no cotidiano.

Nesse sentido, pensando na comunicação entre os indivíduos podemos considerar gestos, oralidade e escrita. Comunicação gera informação e as TIC por conseguinte, permitem a produção e propagação de informações, interação e comunicação em tempo real (KENSKI, 2007).

As novas TIC não são apenas meros suportes tecnológicos. Elas têm suas próprias lógicas, suas linguagens e maneiras peculiares de comunicar-se

com as capacidades perceptivas, emocionais, cognitivas, intuitivas e comunicativas entre as pessoas. (KENSKI, 2007, p.38)

Considerando a constante mudança das tecnologias, Kenski (2007, p.41) ressalta a importância dos seres humanos permanecerem atualizando-se e aprendendo durante toda a vida. Segundo a autora, “a sensação é a de que quanto mais se aprende mais há para estudar, para se atualizar.”

A banalização do uso das tecnologias atingem tanto instituições quanto a sociedade como um todo, alterando e modificando, com grande velocidade, comportamentos, práticas e informações. Kenski (2007, p. 41) destaca que

Um saber ampliado e mutante caracteriza o estágio do conhecimento na atualidade. Essas alterações refletem-se sobre as tradicionais formas de pensar e fazer educação. Abrir-se para novas educações, resultantes de mudanças estruturais nas formas de ensinar e aprender possibilitadas pela atualidade tecnológica, é o desafio a ser assumido por toda a sociedade.

Nesse sentido, todas essas alterações provocadas pelas tecnologias precisam ser aprendidas e para sua utilização poder ser assumida por um amplo número de pessoas, precisam ser ensinadas e esse ensino também é alterado na medida em que se têm inovações e novas informações.

Miskulin (2003) destaca que uma nova cultura profissional se estabelece com a disseminação das TIC, o que implica num novo cenário, numa nova linguagem, em novos conhecimentos e maneiras para atuar no meio profissional.

Nesta era contemporânea pautada pela tecnologia, influenciada particularmente pela presença da informática, o processo de ensino e aprendizagem da Matemática se depara com outras expectativas, então necessitamos de uma reorientação pedagógica dos métodos, currículos e práticas, como enfatizam Borba (1996) e Valente (1996), e examinar, assim, impactos da tecnologia no currículo e pedagogia.

Os professores aprendem ao mesmo tempo que os estudantes e atualizam continuamente tanto os seus saberes 'disciplinares' como suas competências pedagógicas. [...] A partir daí, a principal função do professor não pode mais ser uma difusão dos conhecimentos, que agora é feita de forma mais eficaz por outros meios. Sua competência deve deslocar-se no sentido de incentivar a aprendizagem e o pensamento. (LÉVY, 1999, p. 171)

A maioria das tecnologias, de acordo com Kenski (2007) é utilizada de modo a auxiliar o processo educativo. As tecnologias

Não são nem o objeto, nem a sua substância, nem a sua finalidade. [...] A presença e uma determinada tecnologia pode induzir profundas mudanças na maneira de organizar o ensino. [...] A escolha de determinado tipo de

tecnologia altera profundamente a natureza do processo educacional e a comunicação entre os participantes.(KENSKI, 2007, p.44-45)

Trabalhar com as tecnologias exige a responsabilidade de aprimorar as compreensões dos estudantes acerca do contexto social e cultural em que vivem, tornando-se indispensável o desenvolvimento contínuo do contato dos estudantes com as informações que os cercam a fim de que consigam posicionar-se e expressar-se de modo significativo com os elementos observados e estudados.

Kenski (2007, p.46) destaca que para as alterações no processo educativo serem significativas as TIC

precisam ser compreendidas e incorporadas pedagogicamente. Isso significa que é preciso respeitar as especificidades do ensino e da própria tecnologia para poder garantir que o seu uso, realmente, faça diferença. Não basta usar a televisão ou o computador, é preciso saber usar de forma pedagogicamente correta a tecnologia escolhida.

Nesse sentido e corroborando Kenski (2007, p.51), “cada vez mais, é preciso que haja uma nova escola, que possa aceitar o desafio da mudança e atender às necessidades de formação e treinamento em novas bases.”

Neste mundo em constante mudança, o papel da educação escolar não pode se resumir a transmissão e assimilação de saberes, nem tampouco preparar consumidores ou treinar seres humanos para utilizar as TIC. Nesse sentido,

A escola precisa assumir o papel de formar cidadãos para a complexidade do mundo e dos desafios que ele propõe. Preparar cidadãos conscientes, para analisar criticamente o excesso de informações e a mudança, a fim de lidar com as inovações e as transformações sucessivas dos conhecimentos em todas as áreas. (KENSKI, 2007, p.64)

Avaliando as mudanças provocadas pelas TIC, a escola precisa garantir a formação e a aquisição de novas habilidades, valores e atitudes, considerando uma sociedade em constante transformação.

Kenski (2007, p.88) enfatiza que

A grande revolução no ensino não se dá apenas pelo uso mais intensivo do computador e da internet em sala de aula ou em atividades a distância. É preciso que se organizem novas experiências pedagógicas em que as TIC possam ser usadas em processos cooperativos de aprendizagem, em que se valorizem o diálogo e a participação permanentes de todos os envolvidos no processo.

Utilizar as TIC e uma determinada metodologia de ensino, como a de Davydov, sem uma proposta coerente, de forma a instigar o pensamento do aluno, colocando-o em confronto com o conhecimento prévio acerca de um determinado

estudo não garantem sucesso na construção do conhecimento, pois é a forma de interação com as TIC e a condução da metodologia adotada pelo professor que vai permitir a apropriação ou não do conhecimento.

Por meio de interações entre estudantes e computadores, mediadas pelo professor em atividades de programação no desenvolvimento de projetos de investigação onde analisam-se situações específicas de um mesmo conteúdo ou na resolução de situações-problema de conteúdos matemáticos, há mobilização na representação do pensamento sobre o objeto que está sendo investigado.

O estudante encontra no computador uma maneira de manifestar as ideias originadas de seu próprio pensamento, do diálogo com colegas, professores, especialistas e com o meio, o que possibilita observar, refletir e atribuir significado sobre o resultado que o computador lhe oferece.

[...] o professor que trabalha na educação com a informática há que desenvolver na relação aluno-computador uma mediação pedagógica que se explicita em atitudes que intervenham para promover o pensamento do aluno, implementar seus projetos, compartilhar problemas sem apresentar soluções, ajudando assim o aprendiz a entender, analisar, testar e corrigir erros. (MASETTO, 2000, p. 171)

Nesse sentido, cabe ao professor estruturar uma proposta pautada no uso das TIC, em que a relação estabelecida pelo uso das TIC e diferentes mediações possa promover a construção da autonomia da aprendizagem do aluno, propiciando ao aluno aprender sobre o seu aprender.

Davydov também destaca a autonomia dos alunos na construção do conhecimento, a fim de conseguir compreender a essência dos conceitos. Considerando a mediação do professor no desenvolvimento das atividades e aliar as TIC nessa construção de conceitos, o processo de construção do conhecimento torna-se mais factível, pois a manipulação dos conceitos por meio das TIC permite a reorganização e a reestruturação desses conceitos.

Nesse contexto,

os educadores devem resgatar para a sala de aula o saber tecnológico, propiciando aos sujeitos verdadeiros ambientes de aprendizagem, nos quais as ideias, e os conceitos desenvolvidos tenham significado e façam sentido a eles, possibilitando a construção plena do conhecimento (MISKULIN, 1999, p.526).

Refletindo sobre as questões que se apresentam quando se propõe utilizar as TIC na educação, compreendemos que a aprendizagem pode ocorrer de modo a envolver integralmente o indivíduo, no sentido de estar se desenvolvendo tanto o

emocional, o racional, o imaginário, quanto o intuitivo, o sensorial e o teórico por meio de desafios e da exploração de possibilidades, permitindo a apropriação do conhecimento (KENSKI, 1996; Davydov, 1982).

Nesse sentido, Esteban (2006, p.350) destaca que "um modelo didático com TIC requer fundamentos que referenciem uma perspectiva sociocultural do processo educativo, um marco de aprendizagem significativo e um enfoque de ensino orientado para a compreensão."

Com base nos nossos estudos, concluímos que incorporar as TIC na sala de aula requer responsabilidade e é preciso planejamento, fatores estes também necessários quando nos propomos a trabalhar com a teoria de Davydov. Torna-se necessário para ambos os casos um estudo minucioso das possibilidades que se apresentam ao desenvolvimento do conhecimento e um estudo aprofundado do que se objetiva buscar e como deve ocorrer essa busca.

Tendo em vista estas questões, procuraremos interpretar a teoria de Vasili Davydov apontando possíveis usos das TIC a fim de destacar as possibilidades e congruências da sua associação.

3.4- Exemplos Pensados para o Uso das TIC e a Teoria de Davydov

Considerando o estudo por nós realizado, no qual a pergunta norteadora do trabalho faz referência a mostrar a relação entre a utilização das tecnologias no ensino de Matemática e a proposta de Davydov, nos propomos a desenvolver exemplos que mostram essa relação.

1º Exemplo: *Construir uma circunferência por meio de um software de geometria dinâmica.*

Tomando como exemplo a construção da figura geométrica circunferência, no software GeoGebra¹⁰, seguimos os seguintes passos: 1º) clicamos sobre o ícone



(círculo definido pelo centro e um de seus pontos); 2º) selecionamos o centro e, depois, um ponto do círculo. Assim, teremos a representação que segue:

¹⁰ Disponível para download em <http://www.geogebra.org/>

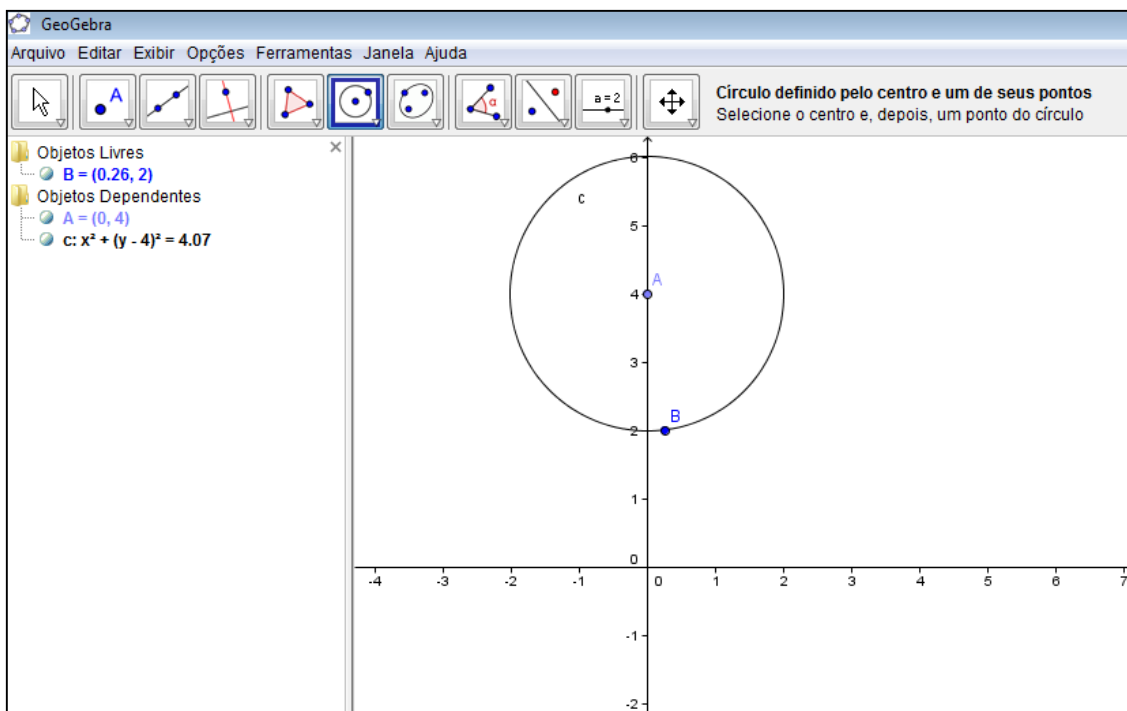


Figura 1: 1º exemplo - circunferência

Se pensarmos nos passos descritos para a construção no *software* e conhecendo a forma de construção com compasso perceberemos que ambas as construções são semelhantes. Para construir a circunferência com o compasso basta determinar o tamanho da sua abertura com a régua, fixar a ponta seca no papel e girar o compasso a fim de riscar o papel, formando a circunferência. Para a construção no *software*, selecionamos a ferramenta (botão) de construção equivalente a circunferência e obtemos a sua representação na tela.

Nesse sentido, em ambas as construções têm-se presente a essência do conceito de circunferência. Essa essência corresponde à equidistância do centro aos pontos que compõe a linha que forma a circunferência, ou seja, do centro à extremidade.

Tomando este exemplo para aproximar a teoria de Davydov ao uso das TIC percebemos que uma criança que ainda não está inserida no universo escolar tem a ideia empírica do que seria uma circunferência, referindo-se como uma figura formada por uma linha fechada sem cantinhos (ângulos como os do quadrado, por exemplo), mas ela não consegue, somente com seu conhecimento empírico, construir uma circunferência. À medida que a criança insere-se no universo escolar, considerando a formalidade do ensino e o desenvolvimento de conceitos científicos,

ela identifica a característica principal da circunferência – equidistância do centro a qualquer ponto da extremidade – e, ao representar essa figura geométrica por meio de um *software* de geometria dinâmica está manipulando a essência desse conhecimento específico pois o computador permite esse manipular, uma vez que os *software* contam com a essência internalizada em seu funcionamento.

Nesse sentido, o pensamento acerca do conceito de circunferência, ocorre por meio da idealização literal do esquema da atividade, que consiste em manipular o *software* com a orientação do professor, construindo o proposto com suas características universais, essenciais sendo destacadas pelo professor a fim de que seus alunos identifiquem e observem a essência que está sendo manipulada.

2º Exemplo: *Representar um polígono em que todos os ângulos tenham 90°.*

Neste caso, poderiam ser representados quadrados e retângulos e, para a construção do polígono mencionado poderia ser utilizado o *software* Superlogo. Na Figura 2 temos representado um quadrado que foi construído da seguinte forma no *software* Superlogo: repita 4[pf 100 pd 90]. Este comando faz com que a tartaruga desloque-se quatro vezes para frente (pf) com unidades, girando sempre o correspondente a um ângulo de 90° à direita (pd). Esta mesma construção poderia ser representada utilizando os comandos separadamente: 1º: pf 100; 2º: pd 90; 3º: pf 100; 4º pd 90; 5º pf 100; 6º pd 90; 7º: pf 100; 8º: pd 90.

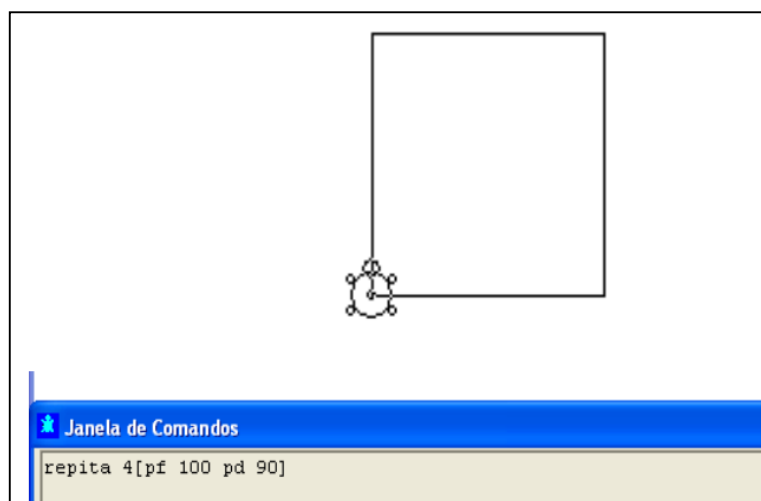


Figura 2: 2º exemplo - quadrado

Nesse *software* o aluno comanda os passos e as direções que uma tartaruga deve seguir para formar diferentes polígonos.

O aluno sabe, intuitivamente, qual a representação de um quadrado ou retângulo. Antes do estudo sobre ângulos, a compreensão está voltada somente para a relação dos lados, compreendendo que todos os lados iguais formam um quadrado e dois lados iguais, paralelos dois a dois, remete a figura do retângulo. Após aprender ângulos, o aluno compreende a essência das figuras quadrado e retângulo, e pode diferenciá-las por meio da relação dos lados, já que os ângulos serão iguais para ambas.

Manualmente, o aluno construiria o polígono com esquadros e/ou com compasso, sem estabelecer, necessariamente, a relação de ângulos e sua construção com o transferidor. Mas, se fosse conferir a medida dos ângulos após a construção com compasso e/ou esquadros, verificaria a existência dos ângulos de 90 graus.

Com atividades educacionais voltadas para o uso do Superlogo o aluno pode manipular conceitos científicos num ambiente informatizado, pois perceberá o direcionamento da tartaruga conforme os comandos por ele utilizados e, o erro acaba auxiliando no processo de construção da formação dos ângulos no software e do próprio polígono em si, considerando que um comando errado resulta na formação de outra figura, e não daquela cujas características já foram mencionadas.

Nesse sentido, consideramos que o uso das tecnologias pode promover o desenvolvimento do pensamento teórico, pois Davydov (1988) afirma que faz-se necessário conhecer a essência do conceito para que se possa pensar teoricamente sobre ele, e a essência está presente em muitos *software* de modo que o aluno pode manipulá-la e compreendê-la por meio de atividades desenvolvidas pelo professor que estejam voltadas para a observação dessa essência. No caso do Superlogo, a essência do conceito envolvido será descrita, uma vez que a tartaruga fará exatamente o que será comandado pelo aluno e o êxito da atividade proposta será alcançado quando forem dados os comandos corretos, que precisam já ter sido compreendidos para o alcance do objetivo da atividade.

Podemos abordar outros conceitos, não somente os geométricos, como no seguinte exemplo:

3º Exemplo: *Construir, num mesmo sistema cartesiano de coordenadas, as funções lineares e observar no gráfico o que ocorre em relação aos seus coeficientes.*

Para este exemplo, trazemos o *software* Winplot que é gratuito e de fácil manuseio. Poderia ser utilizado o mesmo *software* do primeiro exemplo, mas procuramos trazer diferentes possibilidades.

A construção gráfica nesse *software* ocorre da seguinte maneira: na barra de menu seleciona-se na opção Equa e logo em seguida, 1. Explixit...., abrindo a seguinte janela da Figura 3, que permitirá a digitação no campo $f(x) =$ da função.

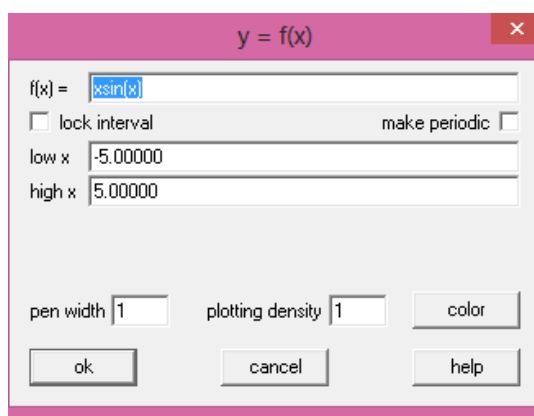


Figura 3: 3º exemplo

Para a realização do exemplo, escolhemos duas abordagens possíveis:

- a) $f(x) = x + 1$ e $f(x) = x - 1$

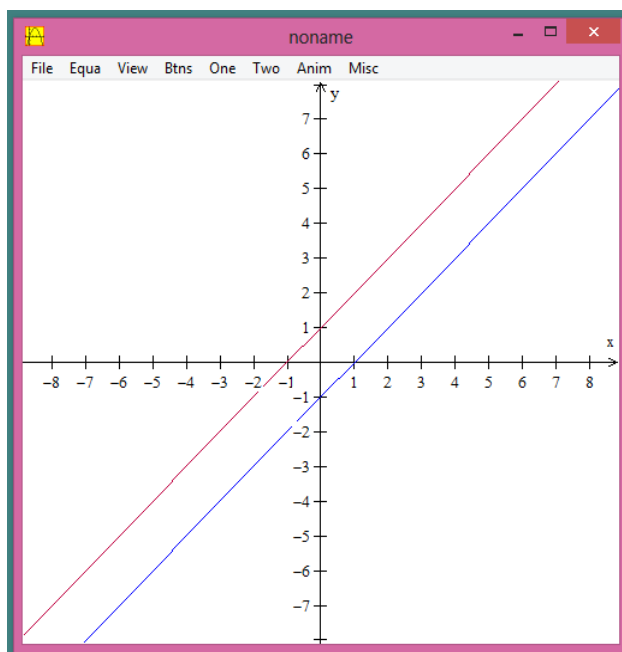


Figura 4: 3º exemplo - funções

Observa-se nessa situação que, a intersecção com o eixo das ordenadas (eixo y) ocorre exatamente no valor do coeficiente linear b. Na reta vermelha, (0,1) e

na reta azul (0,-1). Ainda, sem variar o valor do coeficiente angular a , as retas serão paralelas.

b) $f(x) = x+1$ e $f(x) = -x+1$

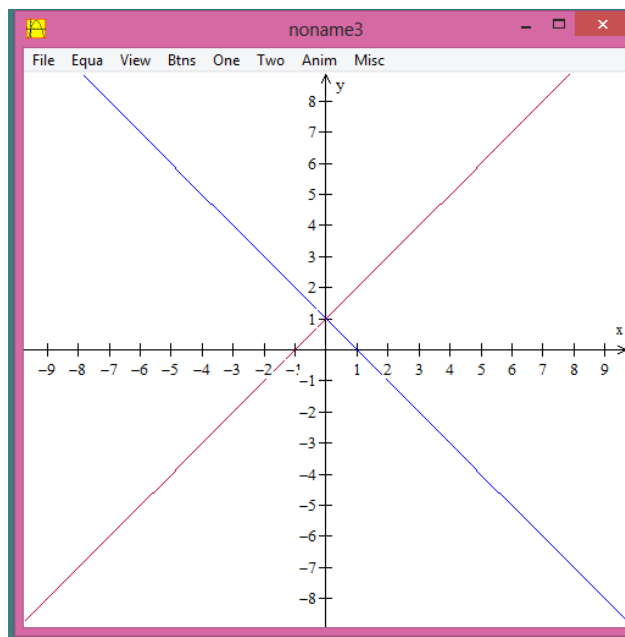


Figura 5: 3º exemplo - funções

Nessa situação, pode-se observar que o ponto de intersecção com o eixo das ordenadas (0,1) é o mesmo para as duas funções pois o coeficiente de ambas é 1, o que as tornam retas concorrentes. Ainda, pode-se observar que valores negativos para o coeficiente tornam a função decrescente e, valores positivos tornam a função crescente.

Se fôssemos trabalhar essas funções com lápis e papel, teríamos que atribuir valores para a incógnita x a fim de encontrar um valor correspondente para a incógnita y , e construir o gráfico de modo a interceptá-lo com o eixo das ordenadas no coeficiente b .

Este exemplo nos fez perceber a possibilidade de abordar o estudo de funções proporcionando um momento diferenciado na construção de gráficos e, principalmente, a abordagem científica no que diz respeito ao comportamento do gráfico em função dos seus coeficientes, pois inicialmente compreende-se o conceito de função como uma dependência de grandezas envolvidas em uma situação – no Ensino Fundamental, essa é a essência do conteúdo funções – e,

posteriormente, observa-se características específicas que podem ser manipuladas com o uso de *software* voltados para a construção gráfica.

Consideramos importante destacar o papel do professor no desenvolvimento de todas as atividades de ensino pois, mesmo podendo manipular as essências, a tecnologia por si só não garante a compreensão dos conceitos. São as intervenções e questionamentos do professor durante a atividade que farão o aluno perceber, por meio da manipulação do *software*, as essências dos conceitos trabalhados.

Por meio dos exemplos pensados podemos destacar as possibilidades da utilização das tecnologias aliadas aos processos de ensino e aprendizagem de Matemática pautados na teoria de Davydov, uma vez que os conceitos, num dado momento apresentam-se empiricamente, e com a manipulação de *software* eles podem ser apreendidos teoricamente, pois a essência dos conceitos envolvidos nos três exemplos apresenta-se em sua totalidade.

Diante dos exposto, nos permitimos dizer que as tecnologias manipulam o pensamento no sentido de que, consegue-se visualizar na tela do computador os resultados de comandos digitados em um *software* e, pode-se recorrer sempre a visualizações mentais ¹¹do objetivo da atividade proposta. Se erros são cometidos no desenvolvimento de uma atividade, a visualização pode permitir a reflexão do que está sendo desenvolvido e, com o direcionamento do professor o aluno pode vir a identificar o seu erro, transformando o pensamento que tinha acerca da atividade.

Observando os exemplos e a teoria de Davydov, destacamos que o conhecimento precisa ser apropriado pelos alunos mediante a descoberta de um princípio interno do conceito estudado, ou seja, sua essência, construindo e reconstruindo o conceito teórico em atividades conjuntas com o professor. A construção ou reconstrução dos conceitos favorece a internalização, permitindo a reestruturação do modo de pensar dos alunos e, conseqüentemente, seu desenvolvimento.

O nosso estudo mostrou que as tecnologias possibilitam esse manipular de essências e, o repensar sobre as ações desenvolvidas num *software*, permite que os alunos, direcionados pelos professores, pensem sobre o conceito estudado

¹¹ Quando usamos o termo visualizações mentais, estamos nos referindo à possibilidade de realizar uma atividade mentalmente por meio do conhecimento que já se tem sobre o conteúdo.

estabelecendo as relações fundamentais (essenciais) desses conceitos. Mostramos isso no exemplo da equidistância do centro à diversos pontos da extremidade quando trabalhamos com a circunferência; quadrados e/ou retângulos quando menciona-se somente a existência de ângulo de 90° ; e a dependência de grandezas envolvida no estudo de gráficos de funções do 1° grau bem como o comportamento da função com a variação dos coeficientes.

O desenvolvimento dessas atividades nos levaram a perceber que o trabalho com as tecnologias não favorece abordagens apenas empíricas dos conteúdos, depende da proposta e do direcionamento do professor para que as atividades enfoquem o pensamento empírico ou o pensamento teórico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em nossa pesquisa procuramos fazer uma breve apresentação sobre Vygotsky pelo fato de Davydov, foco dos nossos estudos, ter seguido o caminho do desenvolvimento dos conhecimentos científicos, que era também foco dos estudos de Vygotsky, mas agregado ao processo dialético.

Procuramos abordar a formação dos conceitos científicos nas crianças mostrando que ambos autores, Vygotsky e Davydov, discorrem sobre o tema e que o pensamento empírico faz parte do processo do desenvolvimento intelectual na infância, porém, Davydov enfatiza a necessidade de proporcionar aos escolares o desenvolvimento do pensamento teórico.

Não se trata de pensar abstratamente acerca de um conjunto de proposições já existentes, mas desenvolver uma relação inicial geral que caracteriza o assunto estudado e, a partir disso, descobrir como essa relação aparece em problemas específicos.

Ainda, nesta dissertação, trazemos a conceituação de termos que fizeram parte desses anos de pesquisa por meio da abordagem de Kopnin, pois esta trouxe maior compreensão dos estudos de Davydov. Destacamos como centro de nossa atenção, o empírico e o teórico como momentos do pensamento e, por meio da dialética torna-se possível verificar o movimento do vir a ser dos conceitos, de forma que em determinado momento um conceito pode ser observado empiricamente e em outro, a sua essência se revele de maneira a vê-lo em sua totalidade, mostrando-se assim, teórico e, ao passo que ao vê-lo teoricamente, pode-se aplicá-lo em situações específicas. Davydov destaca a importância de ser trabalhado o pensamento teórico, para que a essência dos conceitos seja compreendida.

Como tema principal, trazemos um histórico sobre a utilização das tecnologias na educação e mostramos diferentes vertentes no que diz respeito a sua aplicação, ao seu uso e à teorização desse uso. E, com base no que nos comprometemos a fazer – compreender o papel das tecnologias no ensino de Matemática do ensino fundamental – criamos exemplos da utilização das tecnologias no ensino de Matemática, pensando na associação com as ideias de Davydov para o ensino.

Nesse sentido, em muitos momentos de nossa caminhada pensamos que seria impossível associar as TIC à teoria de Davydov, tendo em vista que o mesmo

critica a maneira empírica de se trabalhar os conceitos científicos na escola, e as TIC nos pareciam permitir, principalmente, a experimentação. Ao voltar o olhar para essa questão, mostramos, por meio dos exemplos, que é possível desenvolver o pensamento teórico ao trabalhar com as tecnologias porque elas permitem a manipulação da essência dos conceitos estudados, ponto de destaque na teoria de Davydov.

Se olharmos para as tecnologias que temos a disposição, os computadores, cada vez mais modernos, nos permitem armazenar milhares de dados e transformar esses dados e, por meio deles, explorar conceitos que muitas vezes, com o lápis e papel não trazem a mesma impressão e não se mostram da mesma forma.

Quando observamos um computador e uma bateria, por exemplo, percebemos as inúmeras possibilidades oferecidas pelo computador dentre elas: armazenar e processar dados, realizar cálculos em grande escala, realidade virtual, cultura entre muitas outras, enquanto a bateria é um dispositivo que utiliza reações de óxido-redução para converter energia química em energia elétrica.

Nesse sentido, corroboramos Lévy (1999) quando afirma que o computador é um componente de uma rede universal calculante, está em toda a parte, é vivo, inacabado, é apenas um ponto do novo espaço, o ciberespaço, que permite acessar novos mundos, novas culturas sem locomoção física.

Dessa forma, a tecnologia nos permite alçar voos maiores quando nos propomos explorar questões matemáticas permitindo trabalhar o conceito cientificamente pois, para manipular *software*, faz-se necessário conhecer o matemática que está por trás deste manipular. Não se recomenda apenas manipular, mas compreender as essências envolvidas por meio do direcionamento do professor durante a execução das atividades propostas.

A referência básica do processo de ensino são conteúdos, que precisam ser apropriados pelos alunos mediante a descoberta de um princípio interno (a essência) 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 (esquemas, modelos, ou seja, signos, em sentido amplo), encontrados na cultura e na ciência. Nesse sentido, as tecnologias mostram-se como aliadas aos processos de ensino e aprendizagem pois os *software* permitem a manipulação do pensamento por meio dos signos.

Maltempi (2012) destaca que o fato de aliar a utilização das tecnologias ao ensino permite que os estudantes construam conhecimentos através dos erros cometidos, melhorando aquilo que já era conhecido por meio da depuração. Essa depuração permite a busca de novas informações a fim de incorporá-las ao que já existia, mostrando que o conhecimento é um eterno vir a ser. O que não se conhece passa a ser conhecido, e o que já é conhecido pode vir a agregar novas informações de maneira a chegar a essência dos conceitos.

Ainda, vemos que as tecnologias proporcionam o desenvolvimento de conceitos científico uma vez que permitem a manipulação e experimentação de hipóteses para a construção de conjecturas considerando que os *softwares* já possuem a essência dos conceitos. Isso mostra a aproximação entre a teoria de Davydov e as tecnologias, porque o foco do conteúdo estudado está no desenvolvimento de conceitos científicos voltando o olhar para a essência dos mesmos.

Acreditamos ter conseguido mostrar a o papel das tecnologias frente a teoria de Davydov e, portanto conseguimos concluir o que nos propomos nessa dissertação.

Salientamos que, tanto para a utilização das tecnologias quanto para desenvolver o ensino pautado na proposta de Davydov deve-se realizar um amplo estudo a fim de se verificar os objetivos a serem alcançados e qual a melhor maneira de alcançá-los.

Percebemos ainda que, por parte do professor, é necessário bastante preparo para evitar que as aulas permaneçam na mesma sistemática de transmissão mecânica do conhecimento no ensino e aprendizagem com as tecnologias e, ao escolher adotar a teoria de Davydov como metodologia de ensino, o professor elabore atividades objetivando alcançar o desenvolvimento de conceitos científicos para cada conteúdo a ser trabalho em sala de aula.

Este trabalho configura-se como uma compreensão inicial da proposta de Davydov e mostra-se, de certa forma, original pelo fato de não existirem estudos voltados para a utilização das TIC no contexto da proposta do autor. Ainda, é de grande relevância para a Educação Matemática por trazer à luz uma teoria ainda pouco estudada, mas que se mostra norteadora para o uso das TIC no desenvolvimento de conceitos científicos.

REFERÊNCIAS UTILIZADAS

ANDRADE, M. M. *Introdução à Metodologia do Trabalho Científico*. São Paulo: Atlas, 1997.

ARTGUE, M. Learning mathematics in a CAS environment: The genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. In: *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7, 2002, p. 245–274.

BORBA, M. C. Informática trará mudanças na educação brasileira? *Zetetiké*. Campinas/SP, V. 4, Nº 6, p. 123 – 134. Jul/Dez - 1996.

DAVYDOV, V. V. *La Enseñanza Escolar y el Desarrollo Psíquico*. Moscú: Editorial Progreso, 1988.

DAVYDOV, V.V. *Tipos de generalización en la enseñanza*. Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1982.

DAVYDOV, V. V.; ZINCHENKO, V. P. A contribuição de Vygotsky para o desenvolvimento da psicologia. In: DANIELS, H. (Org.) *Vygotsky em Foco: pressupostos e desdobramentos*. Campinas: Papirus, 1995.

DEVLIN, K. *Should Children Learn Math by Starting with Counting?* <http://www.maa.org/devlin/devlin_01_09.html>. Acesso em 31 de outubro de 2010.

DRIJVERS, Paul (et al.). Integrating Technology into Mathematics Education: theoretical perspectives. In: HOYLES, C.; LAGRANGE, J.B. (eds.). *Mathematics Education and Technology-Rethinking the Terrain*. Springer Science + Business Media, 2010.

FACHIN, O. *Fundamentos de metodologia*. 3.ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

FERRARA, Francesca; PRATT, Dave; ROBUTTI, Ornella. The Role and Uses of Technologies for the Teaching of Algebra and Calculus: ideas discussed at PME over the last 30 years. In: GUTIÉRREZ, A.; BOERO, P. (eds.). *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education: Past, Present and Future*. Sense Publishers, p.237–273.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

KENSKI, V. M. O Ensino e os recursos didáticos em uma sociedade cheia de tecnologias. In VEIGA, I. P. A. (org). *Didática: o ensino e suas relações*. Campinas, SP: Papirus, 1996.

KÖCHE, J. C. *Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e prática da pesquisa*. 15. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.

KOPNIN, P. V. *A Dialética como Lógica e Teoria do Conhecimento*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

MALTEMPI, M.V. Construcionismo: pano de fundo para pesquisas da informática aplicada à Educação Matemática. In: BICUDO, M.A.V.; BORBA, M.C. (Org.) *Educação Matemática: pesquisa em movimento*. 4ª edição, São Paulo: Cortez, 2012.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados*. 3ª edição, São Paulo: Atlas, 1996.

MINICK, N. O Desenvolvimento do Pensamento de Vygotsky: uma introdução a thinking and speech (pensamento e linguagem). In: DANIELS, H (ORG.). *Uma Introdução a Vygotsky*. São Paulo: Loyola, 2002.

MISKULIN, R. G. S. As Possibilidades Dialético-Pedagógicas de Ambientes Computacionais na Formação Colaborativa de Professores de Matemática, In: FIORENTINI, D. (org). *Formação de professores de matemática: explorando novos caminhos com outros olhares*. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2003.

PRADO JR., Caio. *Dialética do Conhecimento: Tomo I – Preliminares Pré-História da Dialética*. Editora Brasiliense: São Paulo, 2ª ed., 1955.

VALENTE, J.A. (org). *O professor no ambiente logo: formação de atuação*. Campinas Unicamp/NIED, 1996.

VERGARA, S. C. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

VIGOTSKI, L.S. *A Construção do Pensamento e da Linguagem*. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

VYGOTSKY, L.S. *A formação Social da Mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

ABBAGNANO, N. *Dicionário de Filosofia*. Tradução da 1ª edição brasileira coordenada e revisada por Alfredo Bosi; revisão da tradução e tradução dos novos textos Ivone Castilho Benedetti – 4ª ed. – São Paulo: Martins Fontes, 2000.

AMANTE, L. Tecnologias Digitais, Escola e Aprendizagem. In: *Ensino Em Re-Vista*, v.18, n.2, p.235-245, jul./dez. 2011.

BORBA, M.C., VILLARREAL, M.E. *Humans-with-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking: information and communication technologies, modeling, visualization and experimentation*. New York: Springer. 2005.

DAVÍDOV, V., MÁRKOVA, A. Análisis de los principios didácticos de la escuela tradicional y posibles principios de enseñanza en el futuro próximo. In:

DAVÍDOV, Vasili, SHUARE, Marta (orgs.). *La Psicología Evolutiva y Pedagógica en la URSS - Antología*. Moscú: Editorial Progreso, 1987.

DAVÍDOV, V., MÁRKOVA, A. El desarrollo del pensamiento en la idade escolar. In: DAVÍDOV, Vasili, SHUARE, Marta (orgs.). *La Psicología Evolutiva y Pedagógica en la URSS - Antología*. Moscú: Editorial Progreso, 1987.

ESTEBAN, B. N. V. *Las tecnologías de la información y la comunicación integradas en un modelo constructivista para la enseñanza de las ciencias*. Burgos, 364 p. Tesis Doctoral Enseñanza de las Ciencias, Universidad de Burgos, 2006)

LÉVY, Pierre. *Cibercultura*. São Paulo, Ed. 34, 1999.

MADDUX C.L., JOHNSON D.L., WILLIS. J. *Educational Computing – Learning with Tomorrow's Technologies*. Second Edition. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon, 1997.

MISKULIN, R.G.S. *Concepções Teórico-Metodológicas sobre a Introdução e a Utilização de Computadores no Processo Ensino/Aprendizagem da Geometria*. Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Educação. 1999. (Tese de Doutorado)

NOSS, R., & HOYLES, C. *Windows on Mathematical Meanings: learning cultures and computers*. Dordrecht: Kluwer, 1996.

PONTE, J. P. Tecnologias de Informação e Comunicação na Formação de Professores: Que desafios? *Revista Iberoamericana de Educação*, n. 24, 2000. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/revista/rie24f.htm>>. Acesso em 07 de dezembro de 2011.

SANTOS, Patrícia L. Representações sobre o comportamento de leitura de crianças e adolescentes na visão das mães. Dissertação de mestrado, Centro de Educação e

Ciências Humanas da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). São Carlos, 1993.

SEBESTA, Robert W. *Conceitos de linguagens de Programação*. São Paulo: Bookman, 2003. 5ª edição.

VYGOTSKY, L. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

THOMPSON, P. Mathematical Microworlds and Intelligent Computer-Assisted Instruction. In: KEARSLEY, G. *Artificial Intelligence and Education*. New York: Addison-Wesley, 1987. p. 83-109.