

Investigações em Ensino de Ciências - V17(1), pp. 59-79, 2012

A DIMENSÃO EPISTEMOLÓGICA DA NOÇÃO DE PROBLEMA NA OBRA DE VYGOTSKY: IMPLICAÇÕES NO ENSINO DE CIÊNCIAS
(The epistemological dimension of the concept of problem in the Vygotsky's work: Implications for science teaching)

Simoni Tormöhlen Gehlen [simonigehlen@yhoo.com.br]

Universidade Estadual de Santa Cruz

Rodovia Ilhéus-Itabuna, km 16 – Ilhéus/BA

Demétrio Delizoicov [demetrio@ced.ufsc.br]

Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica

Universidade Federal de Santa Catarina

Resumo

Alguns estudos no ensino de ciências têm atribuído diversos significados ao termo problema, assim como tem se apoiado cada vez mais nas ideias de Vygotsky para configurar novas perspectivas educacionais. Investiga-se a função e a noção de problema na obra de Vygotsky e suas contribuições para o processo de ensino-aprendizagem em ciências. Para tal, realizou-se um estudo das principais obras de Vygotsky utilizadas no ensino de ciências brasileiro, seguindo a análise textual discursiva. Destaca-se que a noção de problema na obra de Vygotsky está vinculada ao processo de humanização e, numa dimensão epistemológica, está relacionada com o objeto de conhecimento. Isto é, o problema assume um papel na gênese da criação e apropriação de signos, assim como é o mediador nas relações entre sujeito e objeto de conhecimento. Essa perspectiva coloca novas questões relativas ao currículo e ao programa de ensino de ciências, uma vez que é necessário considerar critérios que definem problemas a serem considerados em currículos escolares.

Palavras-chave: função do problema; mediação; ensino de ciências.

Abstract

Some studies in science teaching have attributed various meanings to the word problem, and has relied increasingly on the ideas of Vygotsky to set new educational perspectives. It is investigated the role and concept of problem in the Vygotsky's work and his contributions to the teaching and learning process in science. So, it was carried out a study of major Vygotsky's works used in science teaching in Brazil, following the Discourse Textual Analysis. It is noteworthy that the notion of problem in Vygotsky's work is linked to the humanization process, and an epistemological dimension, is related to the object of knowledge. That is, the problem assumes a role in the genesis of creation and appropriation of signs, as well as is the mediator in the relationship between subject and object of knowledge. That prospect poses new questions relating to curriculum and program of science teaching, since it is necessary to consider criteria that define issues to be considered in school curricula.

Keywords: function of problem; mediation; science teaching.

Introdução

A pesquisa em educação em ciências tem atribuído vários significados ao termo problema, sobretudo, tem se dado ênfase à resolução de problemas que caracteriza a maior parte das práticas pedagógicas dos educadores da Educação Básica. Essa atividade, de suma importância no processo de construção do conhecimento do aluno, na maioria das vezes, está associada à resolução de uma lista de problemas e exercícios de lápis e papel, quer especialmente preparada, quer simplesmente retirada do livro-texto adotado (Delizoicov, 2001). Essa lista de problemas e exercícios, geralmente,

constitui-se na simples memorização mecânica de fórmulas matemáticas, desarticuladas da vivência dos estudantes. Apesar de ser o mais difundido, esse é apenas um dos significados do termo problema, uma vez que os estudos na área de educação em ciências têm constituído uma linha de investigação denominada Resolução de Problemas. Nessa linha transitam tendências como as relacionadas aos problemas abertos (Gil-Pérez et al., 1992) e problemas exemplares (Zylbersztajn, 1998; Kuhn, 1975).

Um estudo realizado por Gehlen, Schoerder e Delizoicov (2007) acerca dos trabalhos publicados no I e V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) revela a extensão da utilização de pressupostos vygotskyanos no ensino de ciências. Além de localizarem os conceitos de Vygotsky que fundamentam os estudos, os autores sinalizam tendências com relação às práticas pedagógicas, destacando a predominância de aspectos relacionados à investigação de contextos interativos, como a ênfase na “dinâmica discursiva e análise do discurso”, no “currículo” e na “formação de professores”. De forma mais ampla, os estudos no ensino de ciências que se referenciam em Vygotsky discutem questões como o papel da linguagem no processo de ensino-aprendizagem (Soares & Aguiar, 2008; Mortimer & Scott, 2002), o processo da significação conceitual no contexto de propostas curriculares (Maldaner, 2007) e a inclusão de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio (Pereira, Ostermann & Cavalcanti, 2009).

Diante do significativo aporte das ideias vygotskyanas e da utilização da noção de problema com diversos significados no ensino de ciências, considera-se que a interpretação de Vygotsky acerca da noção de problema é relativamente pouco conhecida, bem como sua abordagem pelas pesquisas brasileiras. Diante disso, investigamos a noção de problema na teoria de Vygotsky e sua função no processo de ensino-aprendizagem em ciências. Para tal, foram analisadas as principais obras vygotskyanas utilizadas na pesquisa em educação em ciências. Nosso pressuposto é que a configuração da noção de problema presente na obra de Vygotsky pode contribuir no esclarecimento do critério de seleção de problemas a serem abordados no contexto didático-pedagógico do ensino de ciências.

Encaminhamentos metodológicos

A partir das principais obras de Vygotsky utilizadas na educação em ciências (X1 e X2,) buscou-se investigar a noção e a função do problema na teoria vygotskyana. Para tal, as seguintes obras foram analisadas: A Formação Social da Mente (Vygotsky, 1998); A Construção do Pensamento e da Linguagem (Vygotsky, 2001); Pensamento e Linguagem (Vygotsky, 2005); Psicologia Pedagógica (Vygotsky, 2004); Obras Escogidas I (Vygotsky, 1982a), Obras Escogidas II (Vygotsky, 1982b), Obras Escogidas III (Vygotsky, 1983a) e Obras Escogidas V (Vygotsky, 1983b).

A sistematização dos elementos que configuram a dimensão do problema nessas obras seguiu as orientações da Análise Textual Discursiva (Moraes & Galiuzzi, 2007), que tem sido utilizada no ensino de ciências como procedimento para a análise de pesquisas (Lindemann, 2010; Cirino & Souza, 2008). Seguindo essa dinâmica, realizou-se: a) fragmentação de trechos das obras de Vygotsky, acima citadas, tendo como referência a palavra “problema” emergindo as unidades de significado; b) agrupamento das unidades de significado segundo semelhanças semânticas, mediante identificação de algumas categorias de análise; e c) elaboração de textos descritivos e interpretativos (metatextos) acerca dessas categorias. A seguir apresentam-se as categorias de análise, a saber: Mediação e problema; Processo de criação e apropriação de signos e Conceituação Científica, as quais sistematizam a análise realizada, contribuindo na caracterização da noção de problema na obra de Vygotsky.

Mediação e problema

A mediação assume uma posição central na obra de Vygotsky, como ele mesmo afirma: “o fato central na nossa psicologia é o fato da mediação” (Vygotsky, 1933, apud Wertsch, 1988, p.

139). A literatura tem apresentado discussões quanto aos meios de mediação em que algumas abordagens, segundo Daniels (2002), aproximam-se de um enfoque na atividade (Engeström, 2002). Mas, num sentido mais amplo, a mediação pode ser caracterizada como um processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação que deixa de ser direta e passa a ser mediada por tal elemento.

Oliveira (1993) apresenta uma analogia desse processo com uma situação em que um indivíduo coloca sua mão sobre uma vela acesa. Em contato direto com a temperatura elevada da chama da vela, o indivíduo reage e tira a mão ao sentir dor. Nesse caso, há uma relação direta entre a temperatura da chama da vela, que seria o estímulo externo (S), e a retirada da mão, que é a resposta do indivíduo (R). Se o indivíduo retirar a mão logo ao sentir a temperatura elevada e lembrar-se da dor, a relação entre a chama da vela e a dor estará mediada pela lembrança da experiência anterior ou pela intervenção de alguma pessoa alertando que pode ocorrer uma queimadura. Esses elementos são caracterizados como mediadores (X), conforme ilustra a figura 1, baseada em Vygotsky (1998).

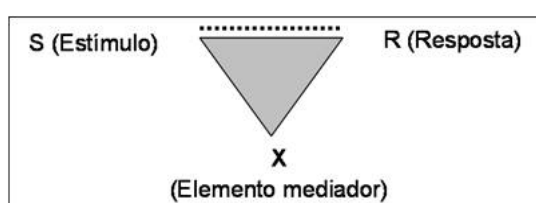


Figura 1. Processo de mediação baseado em Vygotsky (1998).

Essa relação mediada é a organização explicitada por Vygotsky (1983a) entre o sujeito e o objeto, que passa de um processo simples entendido como estímulo-resposta para um ato complexo:

Toda forma elementar de comportamento pressupõe uma reação direta à “situação-problema defrontada pelo organismo” – o que pode ser representada pela fórmula simples (S-R). Por outro lado, a estrutura de operações com signos requer um elo intermediário entre o estímulo e a resposta. Esse elo intermediário “é um estímulo de segunda ordem (signo)”, colocado no interior da operação, onde preenche uma função especial: ele cria uma nova relação entre S e R (Vygotsky, 1998, p. 53 – grifo nosso).

O que Vygotsky propõe é outra forma de resolução de uma situação-problema estabelecendo um elo intermediário entre o estímulo que é provocado pelo meio exterior (objeto) e a resposta do sujeito. O elemento intermediário é caracterizado pela ferramenta de mediação (X), que inserido no contexto dos processos que procuram levantar possíveis soluções a problemas, assume uma importante função: a de que o sujeito se aproprie de condições/conhecimentos para se envolver ativamente na busca de uma solução aceitável. Vygotsky (1998) esclarece que o signo, ao criar uma nova relação entre S e R, apresenta características de ação reversa, isto é, atua sobre o sujeito e não sobre o objeto.

É importante destacar que na citação acima Vygotsky configura o signo como sendo um estímulo de segunda ordem. E aqui emerge a questão: o que seria o estímulo de primeira ordem? A argumentação de Vygotsky (1998, p. 53) de que “toda forma elementar de comportamento pressupõe uma reação direta à situação-problema defrontada pelo organismo”, indica que a situação-problema seria o estímulo de primeira ordem, uma vez que tudo indica que é ela que impulsiona, proporciona a nova relação entre S e R.

Pino (2000b) destaca que a figura 1 apresenta as primeiras interpretações de Vygotsky acerca do signo, as quais ainda estão muito ligadas à reflexologia, pois o signo continua próximo ao instrumento, mas já se distancia do estímulo natural. O propósito do autor, nessas primeiras elaborações do conceito de signo, é “mostrar a continuidade/descontinuidade que existe entre o estímulo natural e o cultural criado pelo homem” (Pino, 2000b. p. 57). Com isso, enfatiza-se que a

discussão da figura 1 é datada e superada pelo próprio Vygotsky ao longo de suas investigações acerca da gênese do signo, conforme apresentado no decorrer deste estudo. A finalidade de explicitar a interpretação de Vygotsky acerca da figura 1 foi, em especial, para chamar a atenção para a sua referência à situação-problema.

Além dos signos, Vygotsky (1983a) também faz menção às ferramentas de trabalho, em que explica a relação existente entre a utilização de ambos que, de um ponto de vista lógico, são conceitos subordinados à atividade mediadora. Para ele, o emprego dos signos é um processo análogo ao trabalho — tal qual concebido por Marx — que também necessita incluir o processo de mediação. Ou seja, o signo e as ferramentas apresentam em comum sua função mediadora, que em ambos é central e passa ao primeiro plano. Apesar da referência aos signos e às ferramentas, o autor estabelece alguns pontos de divergência entre eles, uma vez que apresentam orientações distintas no processo de mediação:

[...] Por meio da ferramenta o homem influi sobre o objeto de sua atividade; a ferramenta está dirigida para fora: deve provocar determinadas mudanças no objeto. É o meio da atividade exterior do homem, orientado a modificar a natureza. O signo não modifica nada no objeto da operação psicológica; é meio do qual se vale o homem para influir psicologicamente, seja na sua própria conduta seja nas dos demais; é um meio para sua atividade interior, dirigida a dominar o próprio ser humano: o signo está orientado para dentro (Vygotsky, 1983a, p. 94).

O signo, como uma construção do homem, é uma representação da realidade com a finalidade de proporcionar a comunicação entre os sujeitos. Um exemplo disso são os nós que os povos primitivos amarravam para estimular a memória. Esses nós, denominados de *quipu* — cordões com nós — eram usados por povos do antigo Peru para registrar informações, enviar comunicados a respeito das condições dos exércitos, calcular, marcar o número de mortos em batalhas (Vygotsky & Luria, 1996). Isso configura o signo como sendo uma construção social, entendido num contexto histórico, conforme reforça Smolka:

Vygotsky enfatiza a importância de se compreender a *emergência do signo na história*, isto é, de se compreender uma *história do signo* [...] O signo produz-se nas relações entre os homens e, como produção humana, afeta os participantes nessas relações (Smolka, 2006, p. 106).

A compreensão da autora de que a origem do signo está associada à história sinaliza que o signo está relacionado com as construções histórico-culturais, e logo com o processo de humanização. Além disso, a passagem aponta que o signo, de alguma forma, interfere nos sujeitos durante o seu processo de produção, o que indica que ele também está vinculado ao processo de humanização.

Situados historicamente, os signos mudam, como mudam também as ferramentas, e na mesma medida transformam-se também os instrumentos de pensamentos. Assim sendo, enquanto o uso dos instrumentos possibilita a transformação da realidade, que passa a exigir um novo tipo de interação, é a utilização dos signos que organiza e desenvolve as funções psicológicas superiores (Palangana, 1998). Ou seja, as interações e significações que ocorrem com base no emprego dos signos dão origem à memória e atenção voluntárias, raciocínio, abstração, representação, entre outras.

Pino (1995, p.32), ao discutir a relação entre signos e ferramentas, organiza diagramas que representam a atividade humana e sua dimensão epistemológica, ilustrados nas figuras 2 e 3. Entende-se que esses diagramas explicitam de forma mais clara o processo de mediação apresentado por Vygotsky (1998) na figura 1.

De forma sintética, o diagrama sistematizado na figura 2 representa a ação do homem sobre a Natureza por meio de instrumentos técnicos (ferramentas) e semióticos (sistema de signos) que permitem transformar a Natureza em produções culturais. Nesse processo, ao mesmo tempo em

que o homem se reapropria dessas produções, ele se transforma, isto é, adquire novos saberes, capacidades e habilidades. Já a figura 3 representa a dimensão epistemológica de todo o processo, em que a mediação semiótica permite que o objeto de conhecimento seja, ao mesmo tempo, fonte e produto do saber humano. Nas palavras de Pino (1995):

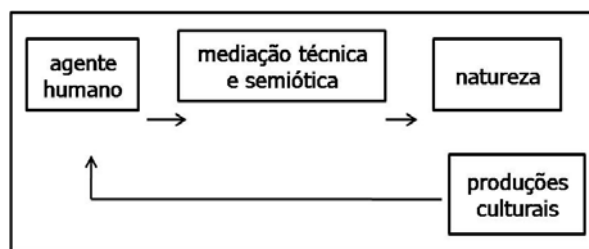


Figura 2. Representação da atividade humana sistematizada por Pino (1995, p.32).

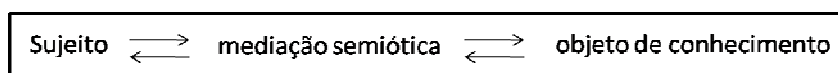


Figura 3. Representação da dimensão epistemológica da atividade humana, adaptado de Pino (1995, p. 32).

Trata-se de um processo dialético, pois tanto os termos produtor $\langle \rangle$ produto, quanto os termos sujeito $\langle \rangle$ objeto, ao mesmo tempo em que se opõem e se negam, constituem-se reciprocamente. Assim concebida, a atividade produtiva (produção de artefatos e de conhecimento) tem o caráter de um processo circular, teoricamente ilimitado. O fundamento deste processo reside, na perspectiva da corrente histórico-cultural de psicologia, na mediação técnica e semiótica que caracteriza a atividade humana (Pino, 1995, p. 32).

Com base na sistematização apresentada por Pino (1995), é possível inferir que o signo é uma abstração construída no processo histórico e com isso a figura 3 indica que, na perspectiva epistemológica, o objeto de conhecimento pode ser a fonte do saber e produto do saber. Contudo, apesar de Pino (2005, 1995) apresentar essa dimensão epistemológica da atividade humana, não explicita a configuração do objeto de conhecimento. Portanto, é preciso compreender quais são as características desse objeto de conhecimento como fonte e produto do saber, isto é, o quê é esse objeto de conhecimento? Entende-se que a caracterização do objeto de conhecimento é importante, uma vez que ele tem implicações tanto no processo de humanização quanto no contexto educacional, pois é preciso que ele tenha algum sentido¹ e significado para o sujeito que se apropria dele, ou seja, que possibilite a esse sujeito adquirir novos saberes, habilidades e capacidades.

Até aqui, buscou-se caracterizar a relação entre signos, ferramentas e trabalho destacando que tanto no campo psicológico quanto no contexto epistemológico apresentados, respectivamente, por Vygotsky (1998) e Pino (1995), os signos assumem a função de mediadores. Todavia, quais são os elementos que condicionam o processo de mediação? As produções culturais são datadas, pois têm uma história. Num determinado momento histórico, uma determinada produção cultural — que já é patrimônio humano — tem, potencialmente, um caráter de universalidade que transcende aquele momento histórico. Particularmente, um conceito científico, dado a sua universalidade e abstração, se relaciona com uma multiplicidade de elementos que constituem o objeto de conhecimento, inclusive elementos que historicamente não foram considerados no momento de sua produção, tal como problemas ainda não formulados e não resolvidos, situação típica que exige processos investigativos, próprios da ciência.

¹ É oportuno destacar a distinção que Vygotsky faz entre sentido e significado, por exemplo, ao se considerar uma palavra, destaca que: “o sentido de uma palavra é a soma de todos os eventos psicológicos que a palavra desperta em nossa consciência [...] O significado é apenas uma das zonas do sentido, a mais estável e precisa” (VYGOTSKY, 1982b, p. 333). O significado da palavra é uma construção histórico-social, está relacionado às interações interpessoais, não pertence apenas a um indivíduo, tem um caráter social.

Neste sentido, na perspectiva da educação escolar é preciso, então, considerar que outros elementos além da produção cultural constituem o objeto de conhecimento para os alunos, uma vez que Pino (1995) explicita pelo menos dois aspectos contidos no objeto: natureza e produções culturais. Ao se representar os conceitos científicos² como signos que constituem, por exemplo, a estrutura conceitual de determinadas áreas do saber, estes são, conforme argumentação de Vygotsky (1988), um estímulo de segunda ordem, e manteriam, portanto, uma relação de subordinação com outros elementos que constituem o objeto de conhecimento. Por outro lado, o autor refere-se ao papel que as situações-problema desempenham em tal processo.

As discussões acerca do processo de mediação apresentadas por Vygotsky (1998, 1983a) e aprofundadas por Pino (2005, 2000a, 1995) parecem não abordar explicitamente esta dimensão da relação problema-mediação semiótica, quando processos educativos escolares estão diretamente envolvidos. Aspecto também ausente nos trabalhos de Andrade e Smolka (2009), Duarte (2000), Góes (2000), Oliveira (1993) e Wertch (1988). Não obstante, neste trabalho, ao se assumir o pressuposto de que há um elemento fundamental constituinte do processo de mediação, qual seja o dos problemas a serem enfrentados pelos alunos, pretende-se tecer considerações que possam dar alguma contribuição, em particular, para práticas pedagógicas escolares. Tal proposição emerge de alguns argumentos apresentados anteriormente por Smolka (2006) ao fazer referência à origem do signo na história e por Vygotsky (1998) ao configurar o signo como estímulo de segunda ordem.

Os indícios acima contribuíram para o estudo sistemático das obras vygotskianas em que se identificam elementos que contribuem para delinear a natureza do processo de mediação, assim como a configuração do objeto de conhecimento, ao qual se refere Pino (1995). De acordo com Vygotsky:

É precisamente com o “auxílio dos problemas propostos, da necessidade que surge e é estimulada”, dos objetivos colocados perante o adolescente que o meio social circundante o motiva e o leva a dar esse passo decisivo no desenvolvimento do seu pensamento. [...] “os problemas que o meio social coloca diante do adolescente em processo de amadurecimento” e estão vinculados à projeção desse adolescente na vida cultural, profissional e social dos adultos são, efetivamente, momentos funcionais sumamente importantes que tornam a reiterar o intercondicionamento, a conexão orgânica e a unidade interna entre os momentos do conteúdo e da forma no desenvolvimento do pensamento (Vygotsky, 2001, p.171).

Como se pode constatar, na perspectiva vygotskyana a presença de problemas assume um importante papel no processo de mediação, o que pode indicar alguma relação com a origem do processo de mediação. Mas a quais problemas, especificamente, Vygotsky estaria se referindo? Muito embora alguns estudos sinalizem que o autor não estava preocupado com aspectos sociais ao investigar a origem e o desenvolvimento das funções mentais superiores (Ratner, 1997), a passagem acima se refere a problemas que parecem estar relacionados às interações sociais, ou melhor, indica que o meio, a vivência dos sujeitos, é constituído por problemas e pela busca de suas soluções. Vygotsky parece sugerir a inclusão de problemas ligados à relação entre os homens e entre eles e a natureza, uma vez que se vinculam à vida cultural, profissional e social.

Outro aspecto a destacar na obra de Vygotsky diz respeito à potencialidade atribuída aos problemas durante o processo de desenvolvimento cognitivo do ser humano, conforme consta na citação:

[...] “onde o meio não cria os problemas correspondentes”, não apresenta novas exigências, não motiva e nem estimula com novos objetivos o desenvolvimento do intelecto, o pensamento do adolescente não desenvolve todas as potencialidades que efetivamente

² Tendo como referência a perspectiva vygotskyana, destaca-se que a cada conceito, seja ele científico ou cotidiano, podem ser associados vários sistemas simbólicos, a exemplo da palavra. Desta forma, o conceito é representado pelo signo.

contém, não atinge as formas superiores ou chega a elas com extremo atraso (Vygotsky, 2001, p. 171).

Além disso, Vygotsky (1998) explicita elementos que podem indicar uma relação entre os signos e a resolução de determinados problemas, o que diferencia significativamente o homem do animal:

[...] a capacitação especificamente humana para a linguagem habilita as crianças a providenciarem instrumentos auxiliares na solução de tarefas difíceis, a superar a ação impulsiva, “a planejar uma solução para um problema antes de sua execução” e a controlar seu próprio comportamento. Signos e palavras constituem para as crianças, primeiro e acima de tudo, um meio de contato social com outras pessoas (Vygotsky, 1998, p.38—grifo nosso).

Tais passagens apontam que os signos assumem um importante papel no enfrentamento de determinadas situações que emergem do meio que circunda o sujeito e que se tornam problemas potencializadores do desenvolvimento do intelecto. É o signo como elemento mediador no enfrentamento de um determinado problema que, na visão de Vygotsky, auxilia no desenvolvimento das funções psicológicas superiores. É “o uso de signos que conduz os seres humanos a uma estrutura específica de comportamento que se destaca do desenvolvimento biológico e cria novas formas de processo psicológicos enraizados na cultura” (Vygotsky, 1998, p.54).

Destaca-se, também, da citação do autor, o papel do planejamento da solução de um problema e a relação desta com a internalização dos significados dos signos. Quando consideramos explicitamente a educação escolar, emerge a questão: qualquer problema se constituirá em tarefa que requer “superar a ação impulsiva e planejar uma solução”? Aqui é importante destacar a contribuição de Leontiev (1978) quanto à atividade humana, a qual está apoiada em três elementos: nas *operações*, como seus condicionantes externos; no conjunto de operações chamado de *ação*, com seus fins; e no conjunto de ações chamado de *atividade*, com seu motivo. Assim, a atividade envolve objetivos, finalidades, planejamento como explica Oliveira:

As atividades humanas são consideradas por Leontiev como formas de relação do homem com o mundo, dirigidas por motivos, por fins a serem alcançados. A idéia de atividade envolve a noção de que o homem orienta-se por objetivos, agindo de forma intencional, por meio de ações planejadas (Oliveira, 1993, p. 96).

Com base na discussão precedente, o problema se caracteriza como um elemento na atividade por estar relacionado às necessidades do sujeito, nas suas interações com o meio, isso porque o motivo corresponde sempre a uma ou outra necessidade.

Do ponto de vista educativo, a atividade que pode ser caracterizada como um conjunto de ações destinadas a organizar o processo de ensino-aprendizagem, requer planejamento, uma vez que o sujeito da aprendizagem orienta-se por motivos, por fins a serem alcançados (Leontiev, 1978). Neste caso, uma situação-problema a ser desenvolvida em sala de aula está em sintonia com a atividade, pois requer um planejamento adequado para que possam ser alcançados determinados propósitos educacionais, como a apropriação do conhecimento sistematizado. Assim, é a qualidade do problema, isto é, parece não ser qualquer problema, que vai contribuir na organização de práticas educativas eficazes. Assim, pode-se assumir que no âmbito da resolução de determinados problemas, o signo ou a linguagem, como elementos mediadores, “servem como meios pelos quais o indivíduo age sobre fatores sociais, culturais e históricos e sofre a ação deles” (Daniels, 2002, p. 24). Aspecto que parece estar em sintonia com a posição de Vygotsky:

[...] o emprego funcional do signo ou da palavra como meio através do qual o adolescente subordina ao seu poder as suas próprias operações psicológicas, através do qual ele domina o fluxo dos próprios processos psicológicos e lhes “orienta a atividade no sentido de resolver os problemas que tem pela frente” (Vygotsky, 2001, p. 169—grifo nosso).

Se o signo se constitui como elemento intermediário na relação entre sujeito e objeto do conhecimento, a passagem acima de Vygotsky indica que o problema, do mesmo modo que os signos, está relacionado com a gênese das funções psicológicas superiores. Os problemas que o homem enfrentou no processo de humanização também fazem parte das relações sociais, da prática social do ser humano, inclusive nas suas relações com a natureza. Isso pode indicar que o processo de mediação entre o homem e a natureza se dá em função da necessidade de resolução de problemas específicos enfrentados pelo homem no processo de humanização — tal qual concebido por Marx (1983).

É pertinente, portanto, considerar que os problemas que contribuem para o desenvolvimento das funções mentais superiores são tais que constituem o processo de humanização, tanto filogenético como ontogenético, e com o qual se produzem novos artefatos culturais. Num determinado momento histórico, esses artefatos culturais, uma vez produzidos, fazem a mediação do processo de humanização, na medida em que há desenvolvimento do pensamento humano pelo enfrentamento de problemas específicos, através dos quais esses artefatos são apropriados por novos sujeitos.

A partir dessa relação entre problema e artefatos culturais no processo de humanização é possível, numa dimensão epistemológica, inferir que o problema apresenta uma relação direta com a fonte do saber, e, neste caso, os artefatos culturais seriam o produto do saber, que num determinado momento histórico também passam a ser a fonte do saber. Em suma, tanto o problema quanto os artefatos culturais apresentam uma relação com o objeto de conhecimento, conforme interpretação de Pino (1995) e representado nas figuras 2 e 3.

Baseada nessa premissa, a produção de cultura, particularmente quando são consideradas as teorias científicas, é realizada no enfrentamento de problemas, e a mediação, que é pressuposta na teoria de Vygotsky, leva consigo a apropriação da cultura, como também, de determinados problemas que a geraram. Assim, parece razoável admitir que a mediação semiótica, propiciada pelo signo, está num contexto de relação que inclui características do problema que deu origem ao signo. Logo, tanto o problema quanto o signo, parecem exercer um papel fundamental no processo de mediação. No contexto pedagógico, uma visão que não esteja em sintonia com essa relação problema-signo no planejamento de atividades educativas tem seus desdobramentos. Uma possível dicotomização dessa relação precisa ser melhor entendida.

Em vista do exposto, compreende-se que é na mediação que pode haver sintonia entre a teoria de Marx e a de Vygotsky, pois nesta está imbuído o problema, que em Marx (1983) pode se relacionar com o processo de humanização, e que também contribui para o desenvolvimento cognitivo. Neste sentido, a mediação em Vygotsky também parece conter um caráter problematizador. Ou seja, envolve um problema que precisa ser enfrentado para que haja desenvolvimento cognitivo. Essa mediação, em que seu agente mediador é o signo, carrega consigo um problema que está mais próximo de uma prática social, da vivência do ser humano, do que daqueles relacionados apenas a aspectos psicológicos como lembrar, comparar coisas, relatar, escolher, etc. Esses são elementos que na teoria de Vygotsky estruturam uma compreensão do desenvolvimento cognitivo que estabelece a relação com o processo de humanização, mas sua origem vincula-se com o enfrentamento de problemas durante esse processo.

Na visão de Pino (2000a), o processo de mediação é o “elo epistemológico” dos estudos de Vygotsky por assumir o papel de operador na articulação dos distintos elementos de um sistema teórico, atribuindo a este a unidade e coerência lógica. Ainda, para Pino (2000a), dentre os vários pontos da teoria vygotskyana que esse processo permite explicar, está uma das questões fundamentais da teoria do conhecimento, isto é, a interação entre sujeito e objeto de conhecimento. Com isso, compreende-se que a mediação pode assumir uma dimensão epistemológica por estar associada a dois aspectos: à interação entre sujeito e objeto de conhecimento (Pino, 2000a) — conforme discussão apresentada em torno das

figuras 2 e 3 — e também ao caráter problematizador e histórico do signo, segundo argumentação realizada.

Neste olhar para o processo de mediação, quando considerada a perspectiva da educação escolar, os diagramas organizados por Vygotsky (1998) na figura 1 e por Pino (1995) nas figuras 2 e 3 passam a agregar explicitamente um elemento a mais que é o problema, o qual tem, conforme estamos argumentando, sua origem com aspectos envolvidos no processo de humanização, tanto da espécie como de um particular indivíduo.

Para fins de análise da noção de problema e sua função no processo de humanização, configura-se, nos próximos itens, numa dimensão epistemológica, o processo de produção e utilização de signos. Destaca-se, no entanto, que a dimensão psicológica é constituinte deste processo e que “o signo não modifica nada no objeto da operação psicológica”, como afirma Vygotsky (1983a, p. 94). Em suma, aspectos relativos ao próprio sujeito também precisam ser destacados. Assim, uma diferenciação pode ser estabelecida, segundo a participação histórica do sujeito em torno da produção cultural. Parece importante distinguir essa participação quando se trata da gênese de conceitos científicos, ocorrida em determinado momento histórico, da participação na qual os conceitos associados aos signos já fazem parte do patrimônio cultural. Em ambos casos deverá haver apropriação do conceito pelo sujeito, no entanto, em um está envolvido a sua própria criação e no outro, pelo fato de não ser uma novidade histórica, ele é uma novidade apenas para o sujeito que dele ainda não se apropriou.

Processo de criação e apropriação de signos

No processo de humanização, tendo como referência a perspectiva vygotskyana, a produção de novos signos se dá na interação entre o sujeito e o objeto de conhecimento, representado por *objeto de conhecimento 1* na figura 4. Essa interação é mediada por signos já consolidados pela humanidade, conforme ilustra a figura 4:

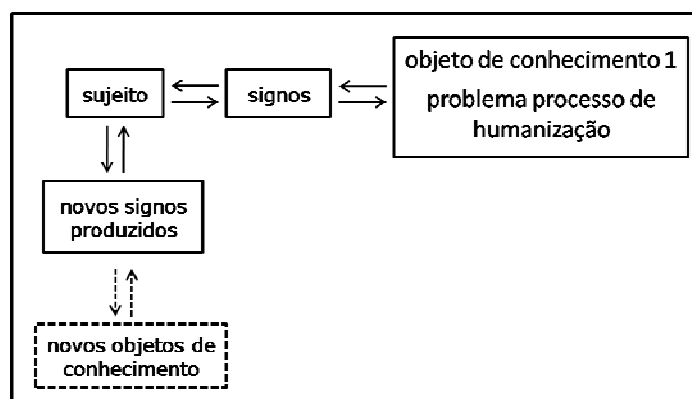


Figura 4. Processo de criação e apropriação de signos.

Destaca-se na figura 4 que a relação sujeito – *objeto de conhecimento 1* se dá no enfrentamento de um problema específico num determinado momento histórico, relacionado ao processo de humanização. Nesse caso, o problema é a base, o ponto de partida do processo da mediação que se articula aos signos, uma vez que, como gênese desse sistema, o problema também está associado à natureza dos signos. Tem-se, então, que na resolução de um problema específico, com a mediação de signos já estabelecidos, há produção de novos signos, criados e apropriados pelo sujeito. Assim, o problema a ser enfrentado, denominado de *objeto de conhecimento 1*, na figura 4, corresponde à fonte do saber, isto é, a produção de novos signos se dá a partir da resolução do problema em questão. Nesse processo, o sujeito, ao produzir novos signos, além de ter resolvido um problema, que tem relação com a sua humanização, utiliza-os como mediadores para solucionar

outros problemas e criar outros novos signos no seu processo de humanização, portanto, novos objetos de conhecimento. Assim, novos signos estão potencialmente disponíveis para mediar a compreensão de novos objetos de conhecimento, isto é, de outros problemas do processo de humanização. Esta compreensão, que implica em uma dinâmica recorrente, está em sintonia com a de Pino (1995), segundo a qual o processo de produção de conhecimentos e signos é teoricamente ilimitado.

Na representação da figura 4 os segmentos tracejados têm o significado de uma operação potencial que precisa ser estabelecida. Isto é, os novos objetos de conhecimento representam outros problemas que serão apropriados e enfrentados, desde que a operação tenha sentido e significado para o sujeito. Assim, os novos objetos de conhecimento são potenciais no contexto da produção de signos. Em um dado momento histórico, no qual potencialmente há problemas a serem enfrentados, a consciência destes, a sua decorrente formulação e procura de soluções, propiciam a mediação na criação e apropriação de outros (novos) signos. Um exemplo desse processo de produção de signos ilustrado na figura 4 pode ser abstraído dos primórdios da história da humanidade, em que o homem por meio da caça buscava a sua sobrevivência. Para isso, em vários momentos, ele se deparou com animais de diferentes espécies e para dominá-los necessitou de instrumentos técnicos específicos. A partir do manuseio das pedras o homem fabricou instrumentos como a faca e o machado que possibilitaram, dentre outras coisas, a caça aos animais. Contudo, ao matar animais ferozes com esses instrumentos o homem percebeu que necessitava ficar mais próximo deles, o que ameaçava a sua existência. Para reduzir essa ameaça, o homem criou artificios com recursos já produzidos, agregando à faca de pedra uma haste de madeira, o que produziu uma lança, com a qual poderia matar os animais a uma distância maior, garantindo sua integridade física e obtendo sua alimentação de forma mais eficiente. A produção da lança possibilitou aumentar a velocidade e a precisão para atingir a caça.

Esse exemplo ilustra que no enfrentamento de um problema, num determinado contexto histórico — e que no caso específico era a sobrevivência —, o homem, ao longo da história, produziu novos instrumentos e com isso novas significações aos objetos de conhecimento. Então a solução de um novo problema, que era a caça de um animal feroz, proporcionou a produção de um novo instrumento e a emergência de um novo signo, que foi o conceito de lança. Desta forma, a consciência de um problema e a busca de sua solução no processo de humanização está relacionado à filogênese — história da espécie —, em que além do desenvolvimento das características peculiares fisiológicas do ser humano, como o aumento da musculatura e sua coordenação no arremesso de uma lança, também há produção de conhecimentos. Obviamente esse exemplo, que se relaciona a um determinado período do processo de humanização, está sendo apresentado apenas para se destacar, de modo evidente e direto, a relação da produção de um novo conceito, e novo signo, no enfrentamento de determinado problema. No entanto, pode-se inferir algum nível de generalização, dado o caráter teoricamente ilimitado de se produzir signos. A identificação e solução de outros problemas decorrentes da humanização, cujo teor pode se associar tanto à sua complexidade como à sua historicidade, seria, em princípio, semelhante ao exemplificado.

Outro aspecto a destacar nesse processo de produção de signos é a configuração da mediação de primeira ordem. Essa caracterização da mediação se dá porque a natureza da produção de novos signos implica na identificação, enfrentamento e solução do problema mediado por signos já consolidados e que fazem a mediação de segunda ordem. Em síntese, a mediação de primeira ordem é aquela em que há uma relação entre um determinado problema e os signos já consolidados pela humanidade, tendo um papel fundamental na gênese do processo de produção de conhecimentos. Chama-se a atenção, portanto, para a função dos problemas devido ao seu importante papel tanto na criação como na *disseminação* de signos para que sejam incorporados ao patrimônio cultural de sujeitos históricos. No entanto, conforme anunciado anteriormente, há uma diferenciação na participação do sujeito.

Então, o problema, na perspectiva vygotskyana, tem a função de gerar a necessidade tanto da produção, isto é, da criação e apropriação, de novos signos, como da apropriação de signos

historicamente produzidos, os quais precisam fazer sentido para o sujeito. Assim compreendido, o problema nessa dinâmica irá mediar a relação entre os novos signos e aqueles já consolidados pela humanidade. A figura 5 ilustra o contexto de apropriação de signos, que não obstante tenham sido produzidos no processo histórico constituem, por diversos motivos, signos novos para determinados sujeitos. Caso típico ao se ter como foco a educação escolar básica. Neste caso o objeto de conhecimento, denominado de *objeto de conhecimento 2*, deve ser constituído por algum problema relativo ao processo de humanização e dos signos necessários e historicamente já produzidos para a sua solução.

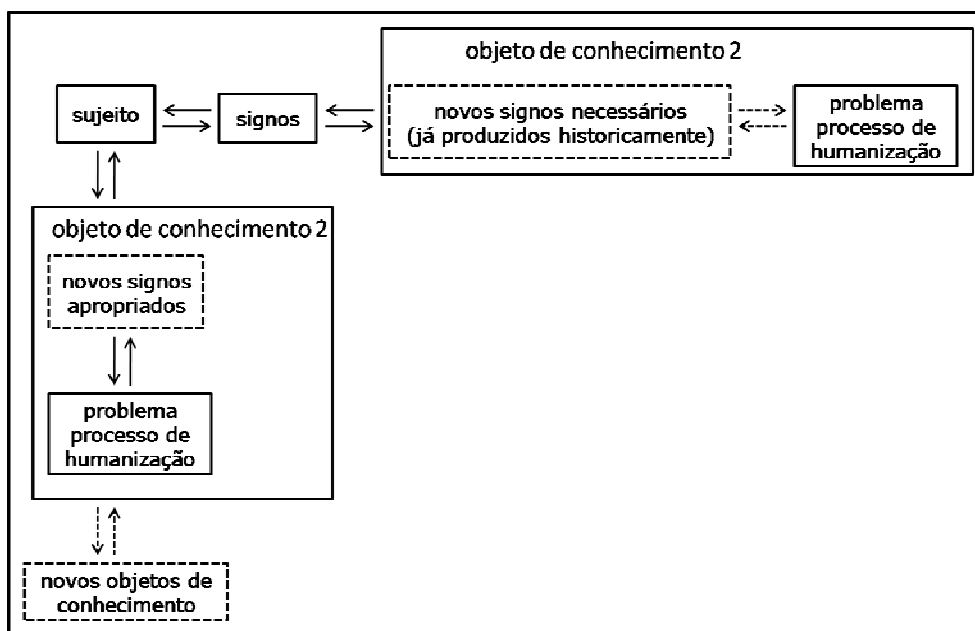


Figura 5. Processo de apropriação de signos.

É importante ressaltar que a relação entre sujeito-*objeto de conhecimento 2* também é mediada por signos já apropriados pelo sujeito num momento anterior ao enfrentamento do problema ao qual se refere o *objeto de conhecimento 2*. Ou seja, a resolução de um determinado problema se dará por meio da utilização de signos que o sujeito já possui e por aqueles que, num determinado momento, ainda lhes são novos, inéditos, mas são necessários e potenciais. É nesse processo de utilização de signos, portanto, que o problema também exerce papel de gênese, porém da apropriação de signos, já produzidos, mas novos para determinado sujeito. Destaca-se que, aqui, a mediação também se configura de primeira ordem, uma vez que um determinado problema com sentido e significado para o sujeito é ponto de partida para a utilização dos signos necessários para o enfrentamento do problema. São, portanto, signos que podem ser apropriados em função do problema.

Na figura 5, os segmentos tracejados indicados no quadro do *objeto de conhecimento 2*, representam que a relação do problema oriundo do processo de humanização e, os signos necessários constituem uma operação potencial. Isto é, esses signos, ao serem utilizados na solução de um problema, adquirem sentido e significado para o sujeito. É nessa relação que novos signos são interpretados tanto como o produto do saber, obtido no processo de produção, como a fonte do saber, uma vez que o sujeito necessita se apropriar também de tais signos, que fazem a mediação para a solução do problema.

De modo análogo ao abordado anteriormente na figura 4 os segmentos tracejados da figura 5 representam que novos objetos de conhecimento também são potenciais, isto é, novos problemas significativos podem ser localizados e solucionados. Em suma, os novos signos apropriados, que emergiram da solução de um determinado problema no processo de humanização, são generalizáveis,

isto é, têm certa universalidade num determinado período histórico e, por essa razão, podem ser utilizados potencialmente para a compreensão de outros objetos de conhecimento.

Salienta-se que as figuras 4 e 5 são representações dinâmicas, em que a primeira é uma sistematização mais ampla do processo de mediação envolvendo o ser humano em sua organização coletiva; já a segunda diz respeito ao desenvolvimento subjetivo do indivíduo. Essa subjetividade no processo de utilização de signos, na figura 5, está associada à ontogênese — desenvolvimento de cada ser dentro de sua espécie —, uma vez que é nesse momento que o indivíduo se apropria dos conhecimentos produzidos pela humanidade, isto é, apropria-se dos signos durante a sua utilização na solução de um determinado problema. Assim, as figuras 4 e 5 sintetizam tanto a filogênese — produção de novos signos a partir daqueles historicamente dados no enfrentamento de problemas — quanto à ontogênese — apropriação de novos signos para o sujeito, a partir de signos já estabelecidos por ele, também na busca de solução de um problema específico. Outros sim destaca-se que nas figuras 4 e 5 há uma operação potencial envolvida tanto no processo de produção de signos quanto no processo de apropriação desses signos. Essa operação potencial envolve a relação entre signo e problema, em que ambos apresentam sentido e significado para o sujeito. Potencialidade que parece representar uma característica ontológica do processo de humanização.

As discussões apresentadas em torno da obra de Vygotsky sinalizam que a produção e utilização de signos têm uma relação com o problema, isto é, o processo de mediação necessita incluir o caráter problematizador e histórico do signo, estabelecendo uma unidade dialética entre problema-signo. Todavia, conforme argumentou-se, parece não ser qualquer problema que pode proporcionar ao sujeito a apropriação de conhecimentos e o desenvolvimento cognitivo, o que indica que o problema precisa despertar no sujeito a necessidade de sua resolução.

Deste modo, no processo de mediação vygotskyana está subsumido o problema, assumindo o caráter problematizador presente na produção histórica do signo. Sendo assim, o problema é a fonte do saber para a produção – criação e apropriação - de signos. No que tange à sua função, na perspectiva vygotskyana, ressalta-se, portanto, que ele é gênese tanto da produção quanto da utilização de signos. E, nesse último caso, ele tem o papel de mediar a relação entre os novos signos e aqueles já consolidados pela humanidade. Não obstante, é notável que no sistema de mediação Vygotsky não explicita a que classe de problema se refere, embora traga alguns subsídios que apontam para a sua importância nesse processo. Argumentou-se que os problemas que se originam do processo de humanização têm esta função no desenvolvimento do pensamento.

Conceituação científica

Na obra de Vygotsky é notória a ênfase dada ao processo de formação de conceitos, que envolvem os científicos e cotidianos. Esses conceitos são entendidos pelo autor como signos, uma vez que são construções sociais realizadas em um determinado período histórico, além de constituírem um sistema de relações e generalizações contido nas palavras e determinado por um processo histórico-cultural. Nesse processo, a palavra é entendida como um signo “que em princípio tem um papel de meio na formação de um conceito e, posteriormente, torna-se o seu símbolo” (Vygotsky, 2005, p.70).

Para Vygotsky (1982b), no processo de formação dos conceitos científicos e cotidianos, esses conceitos se relacionam e se influenciam, o que permite a evolução de ambos. Vygotsky defende a existência de vínculos e movimentos em sentidos opostos entre eles:

[...] o conceito espontâneo da criança se desenvolve de baixo para cima, das propriedades mais elementares e inferiores a superiores, ao passo que os conceitos científicos se desenvolvem de cima para baixo, das propriedades mais complexas e superiores para as mais elementares e inferiores (Vygotsky, 1982b, p.252).

É no contexto das discussões referentes ao processo de formação de conceitos que também se localizou a referência de Vygotsky quanto à importância do papel do problema:

Todas as funções psicológicas elementares, que costumam ser apontadas, participam do processo de formação de conceitos, mas participam de modo inteiramente diverso como processos que não se desenvolvem de maneira autônoma, segundo a lógica das suas próprias leis, mas “são mediados pelo signo ou pela palavra e orientados para a solução de um determinado problema”, levando a uma nova combinação, uma nova síntese, momento único em que cada processo participante adquire o seu verdadeiro sentido funcional (Vygotsky, 2001, p. 169-170 – grifo nosso).

Embora Vygotsky não tenha explicitado a classe de problema como uma de suas categorias conceituais este parece ser um fator importante para o encaminhamento do processo de como se estabelece um conceito:

[...] um conceito não é uma formação isolada, fossilizada e imutável, mas sim, uma parte ativa do processo intelectual, constantemente a “serviço da comunicação, do entendimento, e da solução de problemas” (Vygotsky, 2005, p.66).

[...] “a formação dos conceitos surge sempre no processo de solução de algum problema” que se coloca para o pensamento do adolescente. Só como resultado da solução desse problema surge o conceito (Vygotsky, 2001.p.237).

Isso significa que um conceito não se forma ao acaso, de maneira aleatória, mas que existe sempre uma situação provocadora, que garante ao mesmo uma finalidade:

Os experimentos de Ach revelam que a formação de conceitos é um processo criativo, e não um processo mecânico e passivo; que um conceito surge e se configura no curso de uma operação complexa, “voltada para a solução de algum problema; e que só a presença de condições externas favoráveis a uma ligação mecânica entre a palavra e o objeto não é suficiente para a criação de um conceito” (Vygotsky, 2005, p.67–grifo nosso).

A afirmação de Vygotsky de que as condições externas próprias da relação entre a palavra e o objeto são insuficientes para a produção de um conceito, novamente indica que há um elemento a mais a ser considerado nesse processo. Ao que tudo indica, o problema - com as características aqui atribuídas - e a busca por sua solução é o ponto chave na formação de conceitos. Ele é condição necessária para a formação da estrutura conceitual nos sujeitos, em que as interações e significações, que ocorrem com base no emprego dos signos, neste caso, as palavras, dão origens às funções psicológicas superiores. Isto é, o problema necessita estar relacionado a uma situação a ser resolvida pelo sujeito, fomentando o processo de formação de conceitos e o desenvolvimento cognitivo. Há, por consequência, uma articulação entre o problema e o processo da formação de conceitos, o que reforça a discussão da possível relação do problema com a mediação e a produção histórica do signo, conforme argumentado no item anterior.

A relação de determinada conceituação, particularmente da ciência moderna e contemporânea, vincula-se à formulação e solução de um problema localizado em determinados momentos históricos. Apesar disso, dado o caráter de universalidade dos conceitos científicos, seu uso é plural e permite a compreensão de uma classe de outros problemas. Bachelard (1977) destaca a importância de se compreender que o conhecimento emerge de problemas, ou seja, da busca de soluções para problemas consistentemente formulados. Conforme aponta o epistemólogo:

Antes de tudo o mais, é preciso saber formular problemas. E seja o que for que digam, na vida científica, os problemas não se apresentam por si mesmos. É precisamente esse sentido do problema que dá a característica do genuíno espírito científico. Para um espírito científico, todo o conhecimento é resposta a uma questão. Se não houver questão, não pode haver conhecimento científico. Nada ocorre por si mesmo. Nada é dado. Tudo é construído (Bachelard, 1977, p. 148).

Bachelard (1977) atribui importância ímpar à questão dos problemas como geradores e articuladores de todo e qualquer conhecimento em ciência. Na visão desse epistemólogo, a busca de soluções para problemas consistentemente bem formulados representa a gênese do conhecimento científico. Assim, no contexto da ciência, o papel do problema é entendido como gênese da produção de novos conhecimentos, pois só há desenvolvimento de conhecimento científico na medida em que se enfrenta um problema.

Outros epistemólogos, a exemplo de Kuhn (1975) e Fleck (1986), também apontam para a importância do problema no contexto da ciência. Ao discutir a organização de uma comunidade científica, Kuhn (1975) explicita o papel das anomalias que, por sua vez, estão associadas a problemas que o paradigma vigente não consegue explicar. Compreensão que pode ser comparada com o que Fleck (1986) denomina de complicação, período em que um determinado estilo de pensamento apresenta limitações para solucionar algum problema de investigação. Em ambas análises, são os problemas que contribuem para um novo olhar à pesquisa científica, se tivermos como referência as categorias paradigma (Kuhn, 1975) e estilo de pensamento (Fleck, 1986).

É no intercâmbio de conhecimentos e práticas entre os membros de um mesmo coletivo — denominado por Fleck (1986) de circulação intracoletiva — que há construção de novos conceitos científicos, pois ela favorece o enfrentamento de determinados problemas científicos. Em outros termos, a circulação intracoletiva de conhecimentos e práticas entre os integrantes de um coletivo, a exemplo dos físicos, potencializa a resolução de problemas, que originam novos conhecimentos.

É durante o enfrentamento de um determinado problema no âmbito da comunidade científica — coletivo de pensamento — que os conceitos científicos assumem o papel de mediadores entre o sujeito e o objeto de conhecimento, denominado de *objeto de conhecimento 1*, como ilustra a figura 6.

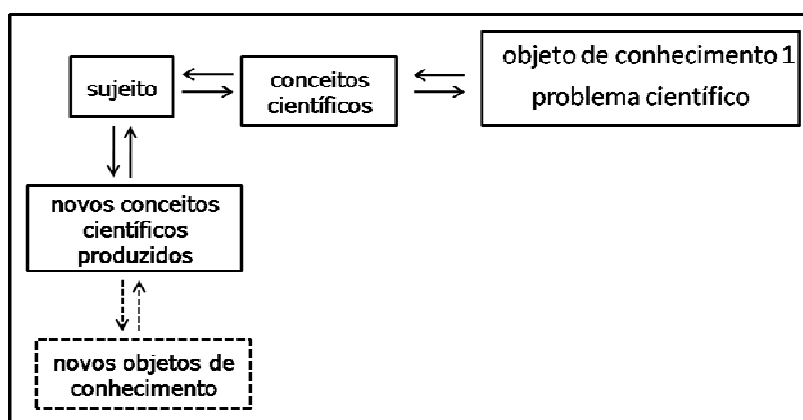


Figura 6. Produção de conceitos científicos.

A figura 6 representa o processo de produção de conceitos científicos na ciência e, de forma semelhante à figura 4, ilustra a relação entre sujeito e *objeto de conhecimento 1* de conhecimento por meio de conceitos já consolidados. Nota-se que a relação sujeito - *objeto de conhecimento 1* está relacionada a um problema que é a gênese de novos conhecimentos científicos. Estes, por sua vez, também vão influenciar na constituição do sujeito que, ao se apropriar dos novos conceitos, adquire novos saberes. Nesse processo de produção de conceitos científicos o *objeto de conhecimento 1*, que é representado, na situação em análise, pelo problema científico, é configurado como a fonte do saber, em sintonia tanto com os pressupostos de Vygotsky como dos três últimos epistemólogos citados.

De forma semelhante à figura 4, esses novos conceitos produzidos na solução de problemas científicos são utilizados pelo sujeito como mediadores para resolver outros problemas e produzir novos

conceitos, que configuram os novos objetos de conhecimento. E, como signos, os conceitos científicos potencialmente estão disponíveis para mediar a compreensão de novos objetos, isto é, de outros problemas científicos. Na figura 6, do mesmo modo que a figura 4, essa compreensão está representada pelos segmentos tracejados que configuram uma operação potencial, isto é, os novos objetos de conhecimento representam outros problemas científicos que serão apropriados e enfrentados, desde que a operação tenha sentido e significado para a comunidade científica e para o sujeito. Desta forma, os novos objetos de conhecimento são potenciais porque tanto a comunidade quanto o sujeito, mesmo não possuindo a consciência de um determinado problema científico, em um dado momento histórico, este pode, em algum outro momento, vir a ser localizado para mediar a construção de outros conceitos.

É o problema científico o ponto de partida, a gênese da produção científica, como aponta Bachelard (1977), o que também configura esse processo de mediação de primeira ordem. Por exemplo, no coletivo de pensamento da Física no início do século passado, os cientistas depararam-se com o problema da estabilidade do átomo presente no modelo planetário de Rutherford. O modelo descreve o átomo como uma esfera com um pequeno núcleo de carga positiva, mas de grande massa e uma parte envolvente constituída de cargas negativas — elétrons — que neutralizam a carga positiva. De forma análoga ao modelo planetário, esses elétrons descrevem um movimento circular ao redor do núcleo, assim como os planetas se movem ao redor do sol.

Contudo, o elétron em seu movimento orbital estaria acelerado e, portanto, emitiria energia na forma de ondas eletromagnéticas. Essa emissão faria com que o elétron perdesse energia caindo progressivamente sobre o núcleo. Esse problema, uma complicação (Fleck, 1986) no contexto das teorias da Física Clássica, já que não explicava a estabilidade do átomo, foi enfrentado pelo físico dinamarquês Bohr. Por meio de novos conceitos científicos, a exemplo do conceito de quantização de energia já estabelecido por Planck e usado por Einstein no contexto da radiação de corpo negro e do efeito fotoelétrico, Bohr resolveu o problema da estabilidade do átomo apontando que um elétron só pode estar em movimento ao redor do núcleo se estiver em órbitas específicas, definidas. Isso possibilitou identificar que as órbitas permitidas constituem os níveis de energia do átomo. Assim, foi no enfrentamento do problema da estabilidade do átomo presente no modelo de Rutherford, que vigorava, até então, no coletivo de pensamento dos físicos, através de conceitos científicos já estabelecidos, que emergiram novos conceitos científicos que, no caso específico, romperam com conceitos anteriores. Como se sabe, esta proposta de Bohr também se torna uma complicação (Fleck, 1986) e novos problemas formulados originaram nova conceitualização que culmina com o advento da Mecânica Quântica formulada por Heisenberg e Schrödinger.

A partir deste exemplo, é possível inferir que, no processo de apropriação de novos conceitos científicos, os conhecimentos científicos que o sujeito já detém, e que já estão consolidados pela comunidade, passam a mediar esse processo de disseminação, conforme ilustra a figura 7. Destaca-se que há casos, como o exemplo do átomo e do movimento eletrônico, em que esse processo implica em descontinuidades e rupturas, conforme argumentam Bachelard (1977) e Kuhn (1975), dentre outros.

O *objeto de conhecimento 2*, da figura 7 que se refere à disseminação de conceitos, é representado pela relação entre o problema científico e outros conceitos científicos necessários, novos para determinados sujeitos, tal qual alunos da educação básica em formação. Ou seja, na apropriação de um determinado conceito científico historicamente formulado, mas que ainda é novo para um particular sujeito, o problema também assume um importante papel. De forma semelhante ao processo de humanização, o *objeto de conhecimento 2* caracteriza-se como objeto de conhecimento, em que os conceitos científicos são produto do saber, pois são o resultado do enfrentamento de um problema, e fonte do saber porque se constituem em elementos que necessitam ser apropriados pelo sujeito.

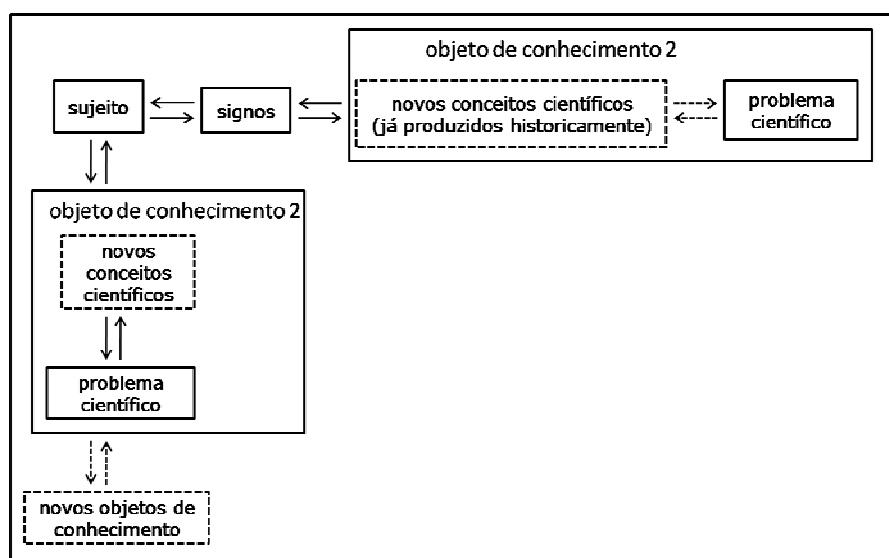


Figura 7. Processo de disseminação de conceitos científicos.

De modo semelhante ao considerado na discussão da figura 5, o problema científico e os necessários conceitos científicos produzidos (e novos para um particular sujeito), também caracterizam uma operação potencial. Isto é, os conceitos, ao serem usados na resolução de um problema, adquirem sentido e significado para o sujeito. Além disso, novos objetos de conhecimento potenciais, representados pelos segmentos tracejados da figura 7, podem ser localizados na medida em que outros problemas científicos, significativos para o sujeito, sejam solucionados pelos conceitos por ele já apropriados. Aqui, reforça-se que os novos conceitos científicos têm certa universalidade num determinado momento histórico e, desta forma, podem ser utilizados potencialmente para a compreensão de outros objetos de conhecimento.

A apropriação dos conceitos científicos abordados historicamente, que são novos para o sujeito em outros contextos históricos, também se dará no momento em que ele seja desafiado a enfrentar um problema específico. No processo de humanização o problema necessita ter um sentido e significado para o sujeito, para que gere nele a necessidade de adquirir novos conceitos científicos. Em suma, o problema apresenta um papel na gênese, num processo dinâmico, da produção e disseminação de conceitos científicos.

Ressalta-se, então, que tanto os conceitos científicos quanto o problema científico fazem parte do processo de humanização, em que os signos representam conceitos científicos e o problema associado ao processo de humanização correspondente a um problema científico. Tal relação é possível porque ambos fazem parte do processo de mediação e com base na argumentação de Vygotsky (1998) acerca dos estímulos envolvidos em uma situação-problema, uma vez que os signos que representam conceitos são estímulos de segunda ordem, conforme citação de Vygotsky (1998, p. 53), apresentada anteriormente, sendo plausível admitir que o problema científico é de primeira ordem, aspecto que corrobora com o pressuposto de que o problema é a gênese do novo conceito científico.

Assim, a relação entre o contexto da ciência e o processo de humanização é traçada pela noção, segundo a qual determinados problemas têm um papel na gênese da produção de novos signos e novos conceitos científicos, assim como constituem objetos de conhecimento, fonte do saber, em ambos os processos. Destaca-se, contudo, que o problema precisa ter sentido e significado para o sujeito de modo que seja gênese e mediador no processo de apropriação de novos signos e novos conceitos.

Ainda com base na epistemologia de Fleck (1986), é possível inferir que o processo de disseminação dos conhecimentos científicos possibilita a inserção de um indivíduo num determinado

coletivo de pensamento. Para o autor, essa inserção do indivíduo ocorre por meio de uma formação intelectual, em que os mecanismos de coerção de pensamento exercem um papel fundamental. A atuação individual do sujeito na produção e disseminação dos conhecimentos científicos não é descartada em função da ênfase ao coletivo, visto que é o indivíduo que se relaciona e interage com os demais membros de um coletivo de pensamento. Desta forma, “os pensamentos circulam de indivíduo a indivíduo, transformando-os cada vez um pouco, pois cada indivíduo estabelece diferentes relações entre eles” (Fleck, 1986, p. 89).

As discussões em torno da conceituação científica presentes na obra de Vygotsky sinalizam que o problema a que ele se refere ao abordar o processo de formação de conceitos científicos está, implicitamente, associado ao problema que o homem enfrentou no processo da humanização. Isso justifica sua referência à história, no processo histórico-cultural. Os problemas que já foram enfrentados e suas soluções são patrimônio da humanidade, ou seja, são elementos culturais historicamente construídos. Em suma, o processo de mediação entre o sujeito e os conhecimentos produzidos é uma relação que também abarca o problema, havendo, por consequência, uma relação indissociável entre problema e conceito.

Considerações e implicações no ensino de ciências

O problema presente na obra de Vygotsky tem uma certa característica, mas do ponto de vista educativo apresenta uma lacuna, sobretudo quando se pensa o ensino de ciências. A partir do estudo sistematizado de algumas obras de Vygotsky argumentou-se que o surgimento e o desenvolvimento de conceitos são proporcionados por problemas os quais estão relacionados com o processo de humanização. Desta forma, a proposição de Vygotsky, ao considerar a assimilação do conhecimento científico como condição para o desenvolvimento cognitivo, insere-o no contexto do processo de humanização da espécie, cuja gênese seria o trabalho consciente, no sentido marxista, decorrente de problemas com os quais o homem vai se constituindo.

A noção de problema nos estudos de Vygotsky está diretamente vinculada ao processo de humanização, e na perspectiva epistemológica está relacionado ao objeto de conhecimento (fonte do saber e produto do saber). Isto é, o problema assume um papel na gênese da produção e apropriação de signos por parte dos sujeitos, assim como é o mediador nas relações entre sujeito e objeto de conhecimento. É importante destacar que essa função e noção de problema também aparecem no processo de construção da ciência, em que o problema é a gênese da produção de novos conceitos científicos, bem como da disseminação desses conceitos. Vygotsky não faz referência ao que se denominou, no contexto didático-pedagógico, de classe de problema, isto é, não explicita quais características os problemas necessitam ter no processo de ensino-aprendizagem. Quando apresenta alguma indicação do que seria um problema, Vygotsky está se referindo ao desenvolvimento cognitivo do sujeito, mas não no sentido de planejar, organizar uma prática pedagógica. Além disso, o autor não apresenta os critérios de seleção dos problemas, apenas os produtos do seu enfrentamento, isto é, a conceituação científica, dado o papel que ela desempenha no desenvolvimento cognitivo.

A relação problema-conceito na perspectiva vygotskyana tem, portanto, suas implicações na definição dos conteúdos programáticos escolares e práticas educativas. Obviamente a conceituação científica deve ser constituinte desses conteúdos, no entanto, parece ser reducionista a simples anunciação de uma gama de conceitos, especialmente selecionados, que comporão os conteúdos escolares. Conforme argumentado, são os problemas, juntamente com uma articulação conceitual, que fazem a mediação para o desenvolvimento do pensamento. Como consequência, já na própria seleção do que ensinar, portanto na definição dos conteúdos escolares, os problemas, tanto quanto os conceitos científicos, precisam estar presentes. Esta compreensão, embora não esteja em dissonância com aquela na qual os problemas são selecionados e inseridos apenas como decorrência da escolha, a priori, de conceitos programados para serem tratados em sala de aula, desta diferencia-se na medida em que a própria eleição da conceituação específica a ser incluída na

programação tem como um dos critérios também a especificação dos problemas a serem abordados. Em outros termos, há uma relação não só de interdependência problema-conceito, mas algum nível de subordinação dos conceitos selecionados aos problemas que compõem o conteúdo programático escolar. O que está em sintonia com a análise de Vygotsky, ao considerar como sendo de segunda ordem a mediação representada pelos signos e conceitos no processo do desenvolvimento cognitivo.

Evidentemente, esta perspectiva coloca novas questões relativas ao currículo e ao programa de ensino de ciências. Assim, por exemplo, quais critérios definiriam problemas a serem considerados em currículos escolares e que são oriundos do processo de humanização? Uma resposta trivial é aquela segundo a qual os problemas solucionados pela ciência ao longo da sua História fazem parte do processo de humanização. Com isto, um currículo para o ensino de ciências poderia ser concebido em sintonia com as propostas sobre História da Ciência (HC) e ensino (Mathews, 1995). Particularmente episódios da HC (Martins, 2006), que estão na gênese de conceitos, modelos e teorias, permitiriam a proposição de programas de ensino nos quais perguntas-conceitos estariam organicamente articulados. A HC, então, contribuiria para dar significados e sentidos aos problemas e às suas soluções. Possivelmente os conceitos científicos envolvidos também adquiririam significados e sentidos para os alunos.

Outras possibilidades não atreladas à HC, mas, sim devido à generalização que caracteriza o uso de conceitos científicos, devido a sua universalidade, parecem igualmente viáveis. Assim, por exemplo, a discussão contemporânea sobre o meio ambiente, do mesmo modo que as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), demandam problemas que dizem respeito ao atual estágio civilizatório, portanto, relacionados diretamente com à nossa humanização. Situações decorrentes das ações humanas, planejadas cientificamente ou não, nas transformações que ocorreram e ocorrem no meio ambiente são temas que envolvem problemas que podem estruturar currículos escolares e programas de ensino.

Nestes casos, os currículos escolares são parametrizados por temas articulados aos conceitos científicos que contribuem para uma melhor compreensão dos problemas contidos na temática focada. Esta forma de se propor programas de ensino é consistente com a proposição do educador Paulo Freire, ao se referir à problematização (Freire, 1977) que precisa ocorrer em torno de temas que envolvem contradições (Freire, 1975;1977). A programação de ensino, baseada em temas que fornecem critérios para a seleção da conceituação científica a ser desenvolvida, pode ser estabelecida a partir do que vem sendo denominado de abordagem temática (Delizoicov, Angotti & Pernambuco, 2002) que caracteriza proposições curriculares contemporâneas. São exemplos as propostas balizadas pela perspectiva CTS (Cachapuz et al., 2008), os Temas Transversais propostos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1997) e os currículos escolares produzidos por algumas secretarias de educação (Delizoicov, 2008).

Além dessas alternativas, outras poderiam ser incrementadas. Para tanto é necessário aprofundar a pesquisa sobre como tem sido concebido, por educadores e pesquisadores, a noção e a função dos problemas, bem como os critérios que empregam para selecioná-los e o papel que atribuem a eles nas atividades pedagógicas. Dependendo da classe de problema, que é considerada, por exemplo, pelos pesquisadores da área de ensino de ciências que se baseiam em Vygotsky, novas opções curriculares podem ser delineadas como alternativa à tradicional. Esta considera, quase sempre, exclusivamente como conteúdos dos programas escolares os conceitos selecionados de estruturas universais de conhecimento, sem relacioná-los direta e estruturalmente, no currículo e programas de ensino, com os problemas que podem solucionar. Na perspectiva levantada neste artigo, não se trata apenas de fazer uso de problemas para abordar conceitos, mas sim abordar conceitos que contribuam para a solução de problemas que precisam constituir currículos e programas de ensino.

Referências

- Andrade, J.J. & Smolka, A.L.B. (2009). A construção do conhecimento em diferentes perspectivas: contribuições de um diálogo entre Bachelard e Vigotski. *Ciência & Educação*, 15, 2, 254-268.
- Auler, D.; Muenchen, C.; Forgiarini, M. S.; Gehlen, S.T.; Griebeler, A.; Santini, E. L.; Strieder, R.B. & Vedoto, C. (2005). Transporte Particular X Coletivo: Intervenção Curricular Pautada por Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade. *Enseñanza de las Ciencias*, n.extra, p.1-5, Granada.
- Bachelard, G. (1977). *O racionalismo aplicado*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Brasil (1997). *Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: apresentação dos temas transversais, ética*. Brasília: MEC.
- Cachapuz, A.; Paixão, F.; Lopes, J.B. & Guerra, C. (2008). Do Estado da Arte da Pesquisa em Educação em Ciências: Linhas de Pesquisa e o Caso “Ciência-Tecnologia-Sociedade”. *Alexandria*, 1, 1, 27-49.
- Cirino, M.M. & Souza, A.R. (2008). O discurso de alunos do ensino médio a respeito da “camada de ozônio”. *Ciência & Educação*, 14, 1, 115-134.
- Daniels, H. (2002). Introdução: a psicologia num mundo social. In H. Daniels (Ed.), *Uma introdução a Vygotsky* (pp.1-30). São Paulo: Loyola.
- Delizoicov, D. (2001). Problemas e Problematizações. In M. Pietrocola (Ed.), *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora* (pp.125-150) Florianópolis: UFSC.
- Delizoicov, D.; Angotti, J. A & Pernambuco, M.M. (2002). *Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos*. São Paulo: Cortez.
- Delizoicov, D. (2008). La Educación en Ciencias y la Perspectiva de Paulo Freire. *Alexandria*, 1, 2, 37-62.
- Duarte, N. (2000). *Vigotski e o Aprender a Aprender: crítica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vigotskiana*. Campinas: Autores Associados.
- Engeström, Y. (2002). Como superar a encapsulação da aprendizagem escolar. In H. Daniels (Ed.), *Uma introdução a Vygotsky* (pp.175-197). São Paulo: Loyola.
- Fleck, L. (1986). *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*. Madrid: Alianza Universidad.
- Freire, P. (1975). *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Freire, P. (1977). *Extensão ou comunicação?* Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Gehlen, S.T. (2009). *A função do problema no processo de ensino aprendizagem de Ciências: Contribuições de Freire e Vygotsky*. Tese de doutorado. Florianópolis: PPGECT/UFSC.
- Gehlen, S.T.; Schroeder, E. & Delizoicov, D. (2007). A Abordagem histórico-cultural no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis.
- Gil-Pérez, D.; Martínez-Torregrosa, J.; Ramírez, L.; Carrée, A.D.; Gofard, M. & Carvalho, A.M.P. (1992). Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 9, 1, 7-19.
- Góes, M.C.R. (2000). A natureza social do desenvolvimento psicológico. *Cadernos Cedes*, 24, 3, 21-29.
- Kuhn, T. (1975). *A Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Perspectiva.
- Leontiev, A. (1978). *O desenvolvimento do psiquismo*. Lisboa: Livros Horizonte.

- Lindemann, R. H. (2010). *Ensino de Química em escolas do campo com proposta agroecológica: contribuições a partir da perspectiva freireana de educação*. Tese de doutorado. Florianópolis: PPGECT/UFSC.
- Maldaner, O. A. (2007). Situações de Estudo no Ensino Médio: nova compreensão de educação básica. En R. Nardi (Org.), *Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes* (pp. 237-253). São Paulo: Escrituras.
- Martins, R. A. (2006). A história das ciências e seu uso na educação. In C.C. Silva (Ed.), *Estudo de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino* (pp. xviii-xxx). São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Marx, K. (1983). *O capital: crítica da economia política*. São Paulo: Abril Cultural.
- Matthews, M. (1995). História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 12, 3, 164-214.
- Moraes, R. & Galiuzzi, M.C. (2007). *Análise Textual Discursiva*. Ijuí: Unijuí.
- Mortimer, E. F. & Scott, P. (2002). Atividade discursiva nas aulas de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7, 3, 283-306.
- Oliveira, M. K. (1993). *Vygotsky aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico*. São Paulo: Scipione.
- Palangana, I. C. (1998). *Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vygotsky: a relevância do social*. 2 ed. São Paulo: Plexus.
- Pereira, A.; Ostermann, F. & Cavalcanti, C. (2009). O ensino de Física Quântica na perspectiva sociocultural: uma análise de um debate entre futuros professores mediado por um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8, 2, 376-398.
- Pino, A. S. (2000a). O conceito de mediação semiótica em Vygotsky e seu papel na explicação do psiquismo humano. *Cadernos Cedes*, 20, 38-51.
- Pino, A. S. (2000b). O social e o cultural na obra de Vigotski. *Educação & Sociedade*, 21, 71, 45-78.
- Pino, A. S. (2005). *As marcas do humano: às origens da constituição cultural da criança na perspectiva de Lev S. Vigotski*. São Paulo: Cortez.
- Pino, A. S. (1995). Semiótica e cognição na perspectiva histórico-cultural. *Temas em Psicologia*, 3, 2, 31-40.
- Ratner, C. (1997). *Cultural psychology and Qualitative Methodology: Theoretical and Empirical Considerations*. Londres: Plenum Press.
- Smolka, A. L. (2006). Experiência e discurso como lugares de memória: a escola e a produção de lugares comuns. *Pro-Posições*. 17, 2, 99-118.
- Soares, N. & Aguiar, O. (2008). O uso dos conceitos de elemento e substância por estudantes do ensino fundamental: uma perspectiva de análise sociocultural. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 8, 3, 1-17.
- Vygotsky, L. S. (2001). *A Construção do Pensamento e da Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.
- Vygotsky, L.S. (1998). *A Formação Social da Mente*. 6 ed. São Paulo: Martins Fontes.
- Vygotsky, L.S. (2004). *Psicologia Pedagógica*. 2 ed. Trad. São Paulo: Martins Fontes.
- Vygotsky, L.S. (2005). *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.
- Vygotsky, L.S. (1982a). Incluye el significado histórico de la crisis de la Psicología. *Obras Escogidas I*. Colección Aprendizaje. Madrid: Visor.

Vygotsky, L.S. (1982b). Incluye Pensamiento y Lenguaje: Conferencias sobre Psicología. *Obras Escogidas II*. Colección Aprendizaje. Madrid: Visor.

Vygotsky, L.S. (1983a). Incluye problemas del desarrollo de la psique. *Obras Escogidas III*. Colección Aprendizaje. Madrid: Visor.

Vygotsky, L.S. (1983b). Fundamentos de defectología. *Obras Escogidas V*. Colección Aprendizaje. Madrid: Visor.

Zylbersztajn, A. (1998). Revolução de problemas: uma perspectiva kuhniana. Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física. Florianópolis.

Wertsch, J.V. (1988). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Barcelona: Paidós.

Recebido em: 21/06/11

Aceito em: 08/03/12