

UMA INVESTIGAÇÃO MICROGENÉTICA SOBRE A INTERNALIZAÇÃO DE CONCEITOS DE BIOLOGIA POR ALUNOS DE ENSINO MÉDIO

Valter Carabetta Júnior¹

Diferenciar o ensino é organizar as interações e atividades de modo que cada aluno se defronte constantemente com situações didáticas que lhe sejam as mais fecundas. (P. Perrenoud)

Introdução

Atualmente, com o crescente avanço científico e tecnológico, torna-se cada vez mais consensual a preocupação em se repensar o ensino de Biologia com o objetivo de melhor significá-lo na sociedade. Se entendermos a escola como o local capaz de contribuir para a compreensão da realidade, para a produção do novo e para a conquista e reprodução da democracia e da cidadania, a sala de aula deve ser considerada o local privilegiado de interlocução para a construção e aprofundamento de conhecimentos, a fim de formar cidadãos dos quais se espera uma atuação crítica perante situações que ocorrem no dia-a-dia, particularmente em relação ao desenvolvimento da ciência e ao uso de novas tecnologias.

Porém, não basta o educador estar comprometido com o processo educacional se ele não conhece os alunos com os quais trabalha. Conhecê-los significa reconhecê-los como indivíduos singulares, com conhecimentos de mundo diferentes, o que permite diagnosticar o que eles pensam e sabem sobre determinados assuntos que serão estudados, pois a estruturação do conhecimento requer constantes interferências e desafios para se promover a conscientização, a revisão e reestruturação de ideias sobre o problema em discussão.

Para Piaget (1984), muito mais do que contentar-se em apelar para o bom senso, é necessário proceder a uma revisão dos métodos e do espírito do ensino para adaptá-lo às exigências da sociedade, sendo necessário que o educador planeje e conceba situações capazes de promover problemas úteis aos alunos, levando-os à reflexão, assumindo o papel de elemento estimulador do pensamento e da pesquisa, abandonando a postura de conferencista para quem a transmissão de soluções estão prontas.

Contrariando esse pressuposto piagetiano, o que geralmente se verifica é que o ensino possui caráter pouco motivador e desafiador para os educandos diante de uma prática docente desvinculada da realidade; da falta de estimulação do pensamento crítico; de currículos

¹ Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo (FEUSP), E-mail: vcarabetta@unisa.br

divergentes entre o fazer e o pensar a ciência; da desconsideração dos conhecimentos prévios que os alunos trazem para a escola, provenientes de sua própria vivência; da restrição do conteúdo, reduzindo-o apenas ao livro didático e ocasionando, dessa forma, um ensino passivo e desprovido de atualização.

Dentro de uma nova visão pretendida para a educação, há que se considerar uma didática que possibilite a promoção de um ambiente criativo na sala de aula para viabilizar a construção de conhecimentos científicos por meio de atividades problematizadoras, em que a dialogia, a interação, a argumentação e a estimulação do pensamento dos alunos sejam constantes.

Sob essa perspectiva, parece ser consensual que, no ensino de Biologia, uma das grandes dificuldades encontradas pelos alunos relacione-se com a construção de conceitos científicos² que, mesmo utilizados com frequência, geralmente não ficam devidamente estruturados e internalizados ao longo da escolaridade. O que podemos constatar é que muitas vezes o aluno define corretamente um determinado conceito, porém não possui argumentos para explicitá-lo quanto ao entendimento, isto é, o que o conceito significa, ou relacioná-lo a outros conceitos, ou, ainda, realizar sua transposição para situações cotidianas.

Embora esse fato ocorra com frequência ao longo da escolaridade, é no Ensino Médio que ele se torna mais evidente e perturbador, pois, na maioria das escolas, esse segmento parece apresentar-se separado do Fundamental e não como sua continuação. A intenção maior é com o conjunto de informações processadas nas diferentes áreas do conhecimento, que aparecem departamentalizadas e desconectadas da realidade, acumuladas, na maioria das vezes, sem qualquer reflexão e consciência e consideradas necessárias para que o aluno possa sair-se bem nos exames dos grandes vestibulares.

Também podemos certificar que, devido ao grande desenvolvimento da biotecnologia, um novo vocabulário aparece no cotidiano da maioria das pessoas, formado por palavras como clonagem, células-tronco, genoma, transgênicos, DNA, etc., que tornaram-se usuais devido a frequente exploração pela mídia, de modo que conceitos antes restritos à esfera escolar e acadêmica encontram-se atualmente popularizados, sendo associados até mesmo a marcas de produtos consumidos pela população.

Nesse contexto, tomando como pressuposto conhecimentos de Biologia relacionados à morfofisiologia celular e à transmissão das características hereditárias construídos ao final da

² Entendemos por conceitos científicos aqueles construídos de maneira sistemática e intencional, produto de uma atividade mental de análise, comparação, abstração e sistematização, estando inseridos em teorias explicativas. Em contraposição, os conceitos espontâneos (cotidianos) são aqueles formados de modo assistemático no cotidiano, sendo definidos em termos de propriedades perceptivas funcionais ou contextuais de seu referente.

escolarização básica, realizamos uma investigação cognitiva para avaliar a internalização do conceito de DNA em estudantes da terceira série do Ensino Médio, antes e depois de uma dinâmica interativa.

Para tanto, encontramos na obra sociointeracionista de Vygotsky a fundamentação teórica necessária à pesquisa. Acreditamos que, dentre os autores de matriz interacionista, o pensamento de Vygotsky é o que possibilita uma reflexão mais sistemática e ampliada sobre o processo de formação de conceitos nos diferentes momentos do desenvolvimento do indivíduo.

Na abordagem vygotskiana, a educação é concebida como uma influência premeditada, organizada e prolongada ao longo do desenvolvimento do indivíduo, sendo um processo histórico e transformador das estruturas psicológicas, ocupando as intervenções do outro social um papel relevante na atividade psicológica.

Esse autor considera a formação dos conceitos científicos como um processo estruturado que requer a conscientização dos conceitos cotidianos através da atividade mediada e da metacognição, sendo resultado “de uma atividade complexa, em que todas as funções intelectuais básicas tomam parte” (VYGOTSKY, 1991a, p.50).

Nesse processo, também destaca a importância da linguagem no intercâmbio cultural e na instrumentalização do pensamento, já que a formação de conceitos científicos

(...) não pode ser reduzida à associação, à atenção, à formação de imagens, à inferência ou às tendências determinantes. Todas são indispensáveis, porém insuficientes sem o uso de signo, ou palavra, como meio pelo qual conduzimos as nossas operações mentais, controlamos o seu curso e as canalizamos em direção à solução do problema que enfrentamos (*Ibid*, p. 50)

Para Vygotsky, o conhecimento é construído a partir da internalização de signos produzidos culturalmente através de interações com os outros sociais, correspondendo à internalização a reconstrução intrapsicológica a partir de uma operação interpsicológica. Assim, a internalização relaciona-se a um processo social em que a linguagem atua como mediadora das ações individuais e sociais.

Método

Na investigação, adotamos uma metodologia qualitativa de pesquisa, em que o investigador, com base em seus questionamentos, passa a perceber, identificar e compreender os dados à medida que os contempla, procurando detalhar particularidades e deter-se nas manifestações mais apuradas da ação.

Para Alves (1992), na pesquisa qualitativa, a realidade é uma construção social com a participação direta do pesquisador, sendo que para a compreensão dos fenômenos devem-se

considerar os componentes de uma determinada situação, com suas influências recíprocas e interações, sendo necessário um planejamento que explique os passos e procedimentos que serão adotados para que se possam alcançar os objetivos pretendidos, além de haver rigor e profundidade de interpretação.

A metodologia qualitativa procura desenvolver um conjunto de conhecimentos que descrevam casos individuais, a fim de que se possa chegar a abstrações concretas e particulares, e não abstratas e universais, podendo-se produzir padrões para extrair o que é generalizável a outras situações e o que é específico de uma situação em um contexto determinado (Galagovsky e Munõz, 2002).

O estudo foi realizado com seis alunos da terceira série do Ensino Médio de uma escola particular de São Paulo. O interesse por alunos desse segmento de escolaridade deu-se porque, segundo Vygotsky, é a fase em que aparecem os conceitos científicos, sendo característica dessa faixa etária a criação de hipóteses e conclusões mais elaboradas, a aplicação de habilidades com maior propriedade e a ampliação da consciência do mundo exterior.

Vygotsky destaca, também, que na adolescência aparece uma nova forma de atividade intelectual, em que o intelecto encontra um novo modo de operar não existente anteriormente. Essa nova função se diferencia tanto por sua composição e estrutura como pelo modo de sua atividade. A formação de conceitos encontra-se no centro do desenvolvimento do pensamento, tratando-se de um processo que representa as verdadeiras trocas radicais de conteúdo e de formas de pensamento, permitindo que o adolescente penetre em sua realidade interna, no mundo de suas próprias vivências.

Sendo um meio muito importante de conhecimento e compreensão, o conceito modifica de maneira substancial o conteúdo do pensamento do adolescente, revelando os profundos nexos que se encontram subjacentes à realidade, possibilitando conhecer as leis que a regem e a ordenar o mundo com a ajuda de uma rede de relações lógicas. Pelo pensamento em conceitos é que ele chega à compreensão da realidade, dos outros e dele mesmo.

Por isso, optamos apenas por alunos da terceira série, porque, em nosso entender, tratando-se do último ano da Educação Básica, espera-se que tenham ampliado e internalizado conhecimentos ao longo da escolaridade, assim como desenvolvido competências necessárias para elaborar e argumentar suas opiniões e estabelecer critérios para avaliar e tomar iniciativas e decisões.

Antes da coleta sistemática dos dados, fizemos um estudo-piloto para que pudéssemos explorar melhor o contexto para a pesquisa, assim como identificar as questões, os procedimentos e os materiais a serem utilizados.

Dentro do conteúdo de Biologia do Ensino Médio, Citologia e Genética foram estudadas na primeira série. Porém, fazia parte do programa de Ciências Naturais da sétima série o estudo introdutório da morfofisiologia celular e da hereditariedade. No Ensino Fundamental, o conteúdo programático de Ciências baseava-se na coleção de livros adotada pelos professores da área; no Ensino Médio, o curso era apostilado

A escola apresentava-se como possuidora de uma proposta pedagógica socioconstrutivista. No entanto, embora os professores tivessem reuniões semanais para estudos e reflexões de textos sobre abordagens construtivistas em educação, com o objetivo de contemplar a construção e o desenvolvimento de planejamentos de ensino que fossem ao encontro da matriz teórica escolhida, o que pudemos constatar é que a realidade da sala de aula era uma, e a proposta pedagógica, outra.

De um modo geral, os professores conheciam os pressupostos teóricos para um ensino construtivista; mas, mesmo com atividades de laboratório semanais, projetos interdisciplinares e adoção de livros paradidáticos para ampliar a visão dos conteúdos trabalhados, o cotidiano do Ensino Fundamental e Médio revelava um ensino mnemônico; com aulas monológicas, nas quais na maior parte do tempo era o professor que falava; informativo e com raros momentos de interação e problematização.

A situação tornava-se mais problemática no Ensino Médio. Como o curso era apostilado, os professores tinham a preocupação de cumprir rigorosamente o cronograma estabelecido para as aulas, pois o não cumprimento do conteúdo estipulado para os bimestres poderia resultar em classificação insatisfatória dos alunos no simulado geral de avaliação das escolas que adotavam esse sistema de ensino.

Os alunos participantes tinham idades entre 16 e 18 anos e estudavam na escola pesquisada desde a Educação Infantil. Foram escolhidos por indicação da professora de Biologia seguindo critério de participação, seriedade e interesse nas aulas teóricas e práticas. Nessa perspectiva, focalizamos o estudo nos alunos supostamente tidos como os melhores representantes da proposta pedagógica desenvolvida pela escola, e do pensamento do adolescente escolarizado.

Inicialmente, fizemos uma reunião com o grupo para informá-los sobre os objetivos pretendidos com a pesquisa, e explicar que ela teria uma parte escrita e entrevistas individuais gravadas em áudio. O processo de pesquisa ocorreu em quatro momentos.

No primeiro momento, os seis alunos responderam, individualmente e por escrito, a um questionário (pré-entrevista) com perguntas sobre DNA envolvendo: definição; sua relação com outros conceitos; e a aplicação do conhecimento científico sobre essa molécula.

No segundo momento, iniciando cada entrevista, utilizamos as respostas do questionário da pré-entrevista para operacionalizar a explicitação de ideias e proporcionar reflexões, ampliação e/ou reestruturação das respostas. As entrevistas tiveram duração aproximada de 45 minutos e foram realizadas três vezes por semana, durante um mês. A transcrição das falas foi feita integralmente, exceto nos momentos em que ocorriam traços de oralidade repetidos.

Após as entrevistas, no terceiro momento, cada aluno respondeu novamente, por escrito, às mesmas questões dadas no início da pesquisa (questionário da pós-entrevista 01), para que pudéssemos avaliar as modificações conceituais promovidas pela atividade interativa.

No quarto momento, decorrido quatro meses da entrevista, os alunos foram novamente convocados para responder, por escrito, às mesmas questões do início da pesquisa (questionário da pós-entrevista 02), para comparação das respostas.

A análise dos dados começou a se desenvolver nas interações dialógicas entre pesquisador e pesquisados. Dentro das singularidades observadas, procuramos identificar representações, relações e intenções que nos possibilitaram provocar e elaborar novas situações e questões, ou refletir, aprofundar e relacionar questões anteriores, procurando compreender o significado atribuído pelos alunos às diferentes situações propostas e constatar as relações que iam se estabelecendo.

Para tanto, utilizamos a análise microgenética como um caminho para documentar empiricamente a presença e o grau de transição do funcionamento interpsicológico para o intrapsicológico. Durante as interações, observamos o desenvolvimento das atividades propostas para detectarmos as mudanças qualitativas na expressão dos alunos perante os conflitos gerados nas intervenções e negociações.

Na perspectiva vygotskiana, a análise microgenética envolve o estudo pormenorizado de um determinado processo, configurando sua gênese social e as transformações do curso de eventos. Wertsch (1998) afirma que a análise microgenética consiste de poucas sessões interativas, planejadas com o acompanhamento pormenorizado da formação de um processo, esmiuçando as ações dos sujeitos e as relações interpessoais. Esse tipo de análise é uma maneira de identificação de transições genéticas, isto é, de transformações que ocorrem nas ações e da passagem do pensamento interpsicológico para o intrapsicológico.

A título de exemplo, tomamos neste artigo parte de um episódio interativo realizado com uma das alunas participante da pesquisa.

Resultado e discussão

As respostas dadas pela aluna no questionário da pré-entrevista demonstraram distorções conceituais, dificuldades em estabelecer relações e conceitos nitidamente memorizados. No começo da entrevista, afirmou que já havia estudado sobre DNA, embora demonstrasse dificuldade em estruturar o pensamento para explicar o que sabia.

As investidas para definir foram desarticuladas e confusas, como, por exemplo, no caso em que afirmou que o DNA “*está ligado com a hereditariedade, e é formado por bases ‘hidrogenadas’, ácido e açúcar*”.

Com base em suas respostas ao questionário, o processo interativo desencadeou uma atividade dialógica que possibilitou a reflexão, a investigação crítica, a análise, a interpretação e a reorganização do conhecimento, ficando em conformidade com o pensamento de Bakhtin (1998). Para ele, é no diálogo que se manifestam as diversas vozes sociais, havendo o encontro de diferentes realidades sócio-históricas; na dialogia, as trocas verbais favorecem o aparecimento de significações que formarão a consciência.

À medida que as intervenções do pesquisador encaminhavam análises mais abrangentes de diferentes situações, constatamos o aparecimento de operações metacognitivas que ocasionavam regulações internas, as quais possibilitavam a visualização e ocorrência de nexos conceituais que modificavam o modo de pensar determinado problema, permitindo verificar a ideia vygotskiana da constante reconstrução e reelaboração feita pelo sujeito dos significados que se veiculam no grupo cultural.

No espectro de intervenções, nos processos de memória e aprendizagem, na formação, reestruturação e/ou ampliação conceitual, o recurso a esquemas e a revisão de conceitos trabalhados em séries anteriores pelo pesquisador foi uma constante, o que proporcionou a articulação e interpretação do fluxo de informações através de representações.³

Durante a entrevista, procuramos conduzir o raciocínio da aluna para que estabelecesse relações a fim de tentar especificar, de maneira precisa, em que local do corpo o DNA é encontrado.

Pq: – Você escreveu no questionário que o DNA é formado por genes que produzem as características hereditárias. Então, onde está o localizado DNA?

Aluna: – Em todo o corpo dos seres vivos.

Pq: – Mas em que lugar do corpo? Existe um local especial?

Aluna: – Nas células.

Pq: – Em que lugar das células?

Aluna: – No núcleo.

³ Entendida como um conjunto de ideias coordenadas e imagens coerentes, explicativas, utilizadas para raciocinar sobre um determinado problema (Giordan e De Vecchi, G., 1996).

Mesmo afirmando que o DNA estava no núcleo da célula, evidenciou que aí também se encontravam os cromossomos, responsáveis pela hereditariedade. Para ela, DNA e cromossomos estavam relacionados com a transmissão das características hereditárias, porém, de início, não soube explicar qual seria a relação.

Pq: – O que existe no núcleo da célula além do DNA?

Aluna: – Cromossomos.

Pq: – Você lembra qual a função dos cromossomos?

Aluna: – É a hereditariedade também.

Pq: – Também, por quê?

Aluna: – O DNA e os cromossomos estão relacionados.

Pq: – No questionário você afirmou que o DNA e os cromossomos estão relacionados com a transmissão hereditária. Você disse que o DNA está espalhado no núcleo. E os cromossomos, onde estão?

Aluna: – Também no núcleo.

Pq: – Então, não é coincidência os dois estarem no núcleo?

Aluna: – É porque os dois transmitem as características hereditárias.

Nesta passagem, a aluna não considerou a relação entre cromossomo e DNA e, quando questionada sobre a coincidência de ambas as estruturas terem a mesma função, alegou que “*um estava dentro do outro*”.

Pq: – Então, se no núcleo da célula estão os cromossomos e o DNA, e você disse que os dois transmitem as características hereditárias, como fica essa situação?

Aluna: – Se os dois fazem a mesma coisa é porque existe relação entre eles.

Pq: – Que tipo de relação?

Aluna: – Parece que um está dentro do outro.

Quando encaminhamos seu pensamento para que pudesse estabelecer a relação entre cromossomos e DNA, ela se sobrepôs à fala do pesquisador procurando demonstrar o que sabia sobre o assunto, explicando que a “*aparência dos cromossomos como fios ocorria apenas quando a célula não estava em divisão*”, evidenciando um pensamento confuso, sem conexão imediata com o que estava sendo tratado.

Procuramos revisar conceitos estudados em Citologia na tentativa de fazer com que encontrasse ligações que a levassem a uma associação. Nesse contexto, a característica química dos cromossomos foi destacada, momento em que novamente ela interrompeu a fala do pesquisador para esclarecer que o DNA estava no cromossomo.

Pq: – Você estudou em Citologia a composição química dos cromossomos. Relembrando um pouco esse estudo, viu que os cromossomos são formados por proteínas, RNA e... (corta a fala do pesquisador)

Aluna: – É isso! Lembrei! O DNA está nos cromossomos. Então quem transmite a hereditariedade é o DNA. É o DNA que está no cromossomo.

A partir desse instante, procuramos conduzi-la a entender o DNA como a molécula responsável pela informação genética, e o gene como região funcional do DNA. Para tanto, resgatamos o código genético com o intuito de que pudesse reconhecer o DNA no comando da síntese protéica. Nesse contexto, ela não soube explicar as características gerais do código, embora tivesse afirmado que já havia aprendido nas aulas de Biologia.

Pq: – Você lembra o que é código genético?

Aluna: Eu já aprendi em Biologia. Parece que foi no primeiro ano.

Pq: - Então, tente me explicar o que é esse código.

Aluna: – Lembro-me de que é uma mensagem de dentro da célula. Tem uma tradução e transcrição. São cópias de mensagens feitas.

Pq: – Mas, tradução e transcrição de quê?

Aluna: – Não me lembro direito. É uma mensagem; uma cópia do núcleo para o citoplasma.

Pq: – Você sabe quem tem a mensagem e o que é copiado?

Aluna: – Não me lembro direito. Eu sei que já vi isso, mas não consigo juntar o que estou pensando para poder explicar.

Pq: – O código genético está relacionado com a produção de proteínas e envolve o DNA e os RNAs.

Aluna: – É o DNA que manda a mensagem, não é?

Pq: – Isso!

Aluna: – Mas o DNA também está ligado com as características hereditárias, não é?

Pq: – Também! É ele que tem a mensagem para a fabricação de proteínas.

Aluna: – Então, se é código genético, está ligado ao gene. Se é genético, então é hereditário.

Pq: – Então, você saberia me explicar o que é gene?

Aluna: – Lembro dos problemas de matemática que eram feitos para calcular as características dos filhos, das plantas, e que essas características eram passadas pelos genes.

Apesar de haver associado genética/gene, a aluna não conseguiu conceituar gene, destacando a utilização da matemática para a resolução de problemas de genética. Acreditamos que a evidência na relação genética/matemática, embora desconexa no contexto dialógico, foi algo que a marcou, já que a maioria dos alunos apresenta dificuldades em interpretar e, conseqüentemente, solucionar problemas de genética quando precisam aplicar fórmulas e equações matemáticas.

Questionada sobre a relação DNA/gene, afirmou não se lembrar de ter visto isso em aula, não identificando as relações entre os conceitos veiculados no diálogo, e recorrendo a professora como tentativa, talvez inconsciente, de transferir o problema proposto para isentar-se da culpa por não saber a resposta.

Solicitada a rever o discutido e prosseguir na linha de pensamento que vinha mantendo, questionamos se DNA e gene teriam a mesma função. Como apoio ao pensamento, desenhou o modelo da molécula de DNA e apegou-se a ele para tentar elaborar a resposta.

Giordan e De Vecchi (1996) consideram a criação do modelo como uma imagem analógica que permite materializar uma ideia ou um conceito, com o objetivo de raciocinar e explicar um determinado problema tornando-o assimilável, constituindo-se em um patamar que gera uma pausa integradora antes do conceito continuar a refinar-se.

Nessa perspectiva, a utilização do modelo pela aluna teve como objetivo tornar a situação significativa e fazer previsões, como tentativa de fornecer-lhe o apoio necessário para a reunião de saberes parciais a fim de encontrar a resposta, concluindo que não poderia haver duas “coisas” com a mesma função, e que, então, DNA e gene deveriam ser correspondentes.

Em continuidade, estabeleceu a relação DNA/gene como o material hereditário ao resgatar e associar o conceito de mutação como alteração do DNA, e tentando relacionar conceitos isolados de fenômenos que, num primeiro momento, pareciam divergentes, tornando-os explícitos através de determinados princípios organizadores comuns.

Pq: – Então, você disse que o DNA está no cromossomo, e que o DNA transmite as características hereditárias. Se a genética estuda essas características hereditárias, então a genética está relacionada ao DNA, certo?

Aluna: – Certo. Genética tem a ver com gene, então DNA está relacionado ao gene.

Pq: – Por que você acha isso?

Aluna: – Liguei uma coisa na outra.

Pq: – Mas a genética não tem a ver com gene?

Aluna: – O gene está dentro do DNA?

Pq: – Como é para você o gene estar dentro do DNA? Onde está o gene?

Aluna: – Uma coisa está certa: o DNA está no cromossomo. Agora, onde está o gene, eu não lembro de ter aprendido isso. Lembro de ter estudado a genética, e que é o gene que transmite a hereditariedade. Mas não me lembro da professora ter falado onde está o gene.

Pq: – Mesmo que a professora não tenha falado, reveja as relações que você fez até aqui. Você disse que o DNA está ligado à hereditariedade, certo? Então, como pode o gene também estar ligado à hereditariedade?

Aluna: – Eu acho que não tem duas coisas com a mesma função. Acho que DNA e gene são a mesma coisa.

Pq: – Exato. (Pesquisador complementa o conceito de gene)

Aluna: – Agora fica claro porque quando a professora falou em mutação ela disse que modifica o material genético da célula. Esse material é o DNA funcionando, que é o gene.

Quando argumentada sobre a possibilidade da presença de DNA em certos produtos, tais como shampoo e gasolina, aventou a existência de células vegetais no shampoo e de restos de seres vivos no petróleo como justificativa para explicar essa informação pela mídia.

Porém, com as intervenções, reviu suas colocações e estabeleceu associações entre os conceitos anteriormente elaborados, evidenciando a relação DNA/gene/proteína/código genético. Dessa forma, reestruturou a resposta quando avaliou os conceitos científicos considerados até aquele momento e, no instante em que os comparou com as informações da mídia, constatou a inconsistência de dados.

Tal situação foi ao encontro da proposição vygotskiana de que um conceito surge quando se conhece um objeto em toda sua diversidade, complexidade e inter-relações, pois, diferentemente do conhecimento direto do objeto, o conceito está pleno de definições do objeto como resultado de uma elaboração racional da experiência.

Pq: – Se o DNA está dentro das células e somente os seres vivos têm DNA, por que você respondeu, no questionário, que o DNA pode ser encontrado também no shampoo?

Aluna: – Eu sei que tem no shampoo também.

Pq: – Gasolina tem DNA?

Aluna: - A propaganda afirma que a gasolina tem DNA.

Pq: – Mas, DNA não é encontrado só nos seres vivos?

Aluna: – (...) depois que eu falei que DNA e gene transmitem as características de pais para filhos, acho que ficou tudo errado.

Pq: – Tudo errado o quê?

Aluna: – Esse negócio de shampoo e gasolina terem DNA.

Pq: – Por quê?

Aluna: – Acho que é propaganda (...). Pode ser porque para fazer o shampoo usam-se plantas. Como planta é ser vivo e tem DNA, eles colocaram que o shampoo tem DNA.

A partir do diálogo sobre a especificidade do DNA dos seres vivos, concluiu que a presença de DNA no shampoo e na gasolina é uma metáfora, que caracteriza algo específico contido em suas fórmulas, realizando, como destaca Vygotsky, a medida de generalidade de um conceito, isto é, colocação de um conceito em um sistema total de conceitos.

Pq: – O seu DNA é igual ao meu?

Aluna: – Não.

Pq: – É igual ao do seu pai e da sua mãe?

Aluna: – Acho que é parecido, mas não igual.

Pq: – Por quê?

Aluna: – Porque as pessoas são diferentes. Cada um é cada um. Se o DNA me dá as características, então o meu é só meu.

Pq: – Então, o DNA identifica a pessoa, o ser vivo. É a marca do ser vivo. Voltando ao caso da gasolina, por que você acha que se fala que ela tem DNA?

-Aluna: – Então, acho que é uma marca.

-Pq: – Como assim?

-Aluna: – Deve ter alguma coisa nesse produto que é igual ao DNA. Então falam que é DNA. Acho que é isso.

-Pq: – A fórmula contém alguma coisa que caracteriza o produto.

-Aluna: – Não que seja DNA. Então, esse tipo de gasolina tem uma característica única, que não tem em outra gasolina.

Novas relações ocorreram quando o diálogo caminhou para a caracterização de organismos transgênicos, definido pela aluna como “*organismo com gene trocado*”.

Pq: – Você já ouviu falar de transgênico?

Aluna: – Já.

Pq: – O que é um organismo transgênico?

Aluna: – Acho que é porque mudam os genes dele.

Pq: – Isso! Organismo transgênico tem material genético modificado. (...) Imagine um tomate transgênico. Se ele é transgênico, ele continua sendo tomate?

Aluna: – (...) Acho que ele ainda é tomate, só que não o mesmo tomate. Ele modificou, isto é, foi modificado. (...) Mas ele ainda é tomate. Ele tem a mesma aparência.

Ao afirmar que o tomate transgênico continuava sendo tomate porque a aparência era a mesma, não aventou a possibilidade de que com a transferência de genes novas reações químicas aconteceriam, já que se tratava da colocação de um DNA diferente no genoma original do tomate. Porém, com os questionamentos, relacionou a entrada do novo DNA no genoma como possibilidade de diferenciação genética original.

Pq: – O que ficou diferente nele?

Aluna: – O gene que foi colocado e não era dele (...).

Pq: – Pense uma coisa: se foi colocado um gene diferente no tomate, você não acha que modificou alguma coisa, já que o novo DNA trás uma nova informação?

Aluna: – Entendi! Antes não tinha esse gene no tomate, certo? Então, modificou, sim.

Pq: – O que modificou?

Aluna: – Deve ter formado alguma proteína diferente que ele não tinha antes, mas que não mexeu com a aparência. Algo novo, porque colocou um gene que não era dele. Continua sendo tomate.

Por esse diálogo, podemos perceber que, no tocante à visão vygotskiana, embora a associação, a atenção, a formação de imagens e a inferência sejam fatores importantes na formação de conceitos, eles demonstram-se insuficientes sem o uso da palavra para conduzir as operações mentais e controlar o seu curso na solução de um problema, sendo a internalização um processo social em que a linguagem atua como mediadora das ações individuais e sociais.

Após a dinâmica interativa, constatamos que as respostas do questionário da pós-entrevista 01 apresentaram maior precisão conceitual em relação ao da pré-entrevista, assim como houve conservação dessas respostas no questionário da pós-entrevista 02.

Considerações finais

Para Vygotsky (1987), a educação consiste na influência e intervenção planejadas, adequadas aos objetivos, premeditadas e conscientes no desenvolvimento artificial⁴ do sujeito. Sendo o domínio engenhoso dos processos naturais de desenvolvimento, a educação não apenas influi sobre uns ou outros processos do desenvolvimento, como também tem a capacidade de reestruturar todas as funções da conduta.

Nesse sentido, uma nova perspectiva comprometida com a reconstrução do saber e fazer didáticos necessita de um trabalho que transforme a sala de aula em um espaço de constantes trocas dialógicas, em que as interações sociais constituam-se em momentos relevantes e vantajosos do trabalho pedagógico, pois é pelo diálogo que a diversificação e a subjetividade se revelam e pontos de vista são confrontados e analisados, proporcionando o desenvolvimento e precisão do pensamento.

Sobre a formação de conceitos, é necessário destacar que eles não são simples verbalizações, estando relacionados com uma atividade psicológica complexa para a abstração das características essenciais de um determinado termo ou objeto, com a finalidade de discriminações, relações e representações para chegar-se às generalizações.

Segundo Vygotsky, a generalização conceitual a que o aluno chega no curso da instrução possibilita que o seu pensamento passe a um plano mais elevado de operações lógicas, em que conceitos antigos, ao se verem incorporados a esses tipos mais elevados de operações do pensamento, modificam sua estrutura.

Dessa forma, a partir do momento em que existe a generalização, é possível a ocorrência de inter-relações conceituais para a formação de uma rede de significados que articula os conceitos entre si. Porém, se a relação entre sujeito-sujeito-signo-significado-objeto é ativa, frequente e intrincada, torna-se inaceitável pensar na existência de conceitos e redes conceituais acabadas, porque estariam em permanente transformação, principalmente nas dinâmicas de interação social (OLIVEIRA, 1999).

⁴ Vygotsky considera que o desenvolvimento humano não existe fora da cultura. Assim, o “artificial” refere-se a tudo o que é cultural, educacional, opondo-se ao estritamente biológico, natural.

A partir das colocações dos alunos participantes da pesquisa, pudemos constatar que muito pouco havia sido modificado nas aulas. À medida que os conduzíamos nas falas, tornava-se evidente a deficiência de conhecimentos reais, intercambiáveis na própria disciplina e com as outras áreas do conhecimento, o que pode ser explicado pelo fato de que a prática em sala de aula não se encontrava imbuída de orientação, de debates, de incentivo à pesquisa e reflexão de situações-problema e análise de dados, mas era uma prática de anúncio de informações e com raros momentos de estímulo ao pensamento dos alunos.

É importante instituir que, como a ciência tem uma linguagem específica com códigos próprios, a dificuldade encontrada pelos alunos em expressar e integrar conhecimentos estava, a rigor, relacionada com a falta de domínio e de utilização da linguagem científica, inseparáveis do pensamento científico. Assim, para que os alunos dominem a linguagem científica devem usá-la, e não apenas ouvir o professor (MENEZES, 2000).

Nessa concepção, a atividade interativa constitui parte essencial da abordagem vygotskiana, especialmente, quando vinculada ao conceito de internalização, pois permite a criação de condições para que os alunos atuem como agentes participantes do processo ensino-aprendizagem. Foi no movimento dinâmico de trocas entre pesquisador e pesquisado que tudo o que foi estabelecido no espaço interpsicológico sofreu incorporações que foram compondo intrapsicologicamente uma nova maneira de pensar os problemas gerados na discussão, já que

(...) aquele que apreende a enunciação de outrem não é um ser mudo, privado de palavra, mas ao contrário um ser cheio de palavras interiores. Toda a sua atividade mental, o que se pode chamar de “fundo perceptivo”, é mediatizado para ele pelo discurso interior e é por aí que se opera a junção com o discurso apreendido do exterior. (VOLOSHINOV, 1997, p. 147)

Bruner (1985) introduz o conceito metafórico de “andaime” (scaffolding) para explicar como os indivíduos mais experientes da cultura podem auxiliar o desenvolvimento dos menos experientes. Para ele, a intervenção do adulto na zona de desenvolvimento proximal constitui-se no “andaime” necessário, o suporte que possibilita o desenvolvimento da aprendizagem; o adulto mais experiente apresenta-se como forma indireta de consciência ou, então, compartilhando com o aprendiz a ferramenta capaz de controlar a ação.

Para que o processo de “andaimaria” torne-se eficiente, é necessário que na interação a mediação semiótica realizada pelo professor seja adequada, isto é, que se utilizem os instrumentos apropriados, a fim de que cada participante possa tornar acessível e coerente ao outro sua representação da situação, possa negociá-la e, eventualmente, realizar sua modificação (COLL e SOLÉ, 1996).

Em todos os momentos das entrevistas, oferecemos os suportes necessários aos avanços intelectuais dos alunos, evidenciando-se o caráter passageiro dessa ajuda conforme os suportes iam sendo gradativamente retirados, à medida que os alunos exerciam maior controle e autonomia no processo de aprendizagem.

Os elementos objetivos determinados pela reflexão e a negociação de significados permitiram que subjetividades relativas a determinados conteúdos fossem acordadas com distinções entre conceitos cotidianos e conceitos científicos, pela reestruturação da atividade psicológica mantida pela linguagem.

Como o processo de problematização foi constante, permitindo o envolvimento cognitivo dos alunos, surgiram comportamentos de questionamento, de reflexão, de analogia, de autonomia e de iniciativa, demonstrando a ocorrência de rupturas epistemológicas com a construção de um pensamento concreto/dialético (DAVIDOV, 1996), em que a atividade metacognitiva produziu uma compreensão real dos conceitos e de suas inter-relações.

Pelos resultados encontrados, podemos afirmar que a internalização de conceitos, como processo social e semioticamente mediado, é um processo gradativo no qual ocorre o desenvolvimento das capacidades de investigar, refletir e estabelecer conexões.

Nas interações estabelecidas na pesquisa houve o aparecimento de conflitos de significados, originando um espaço profícuo de (re)elaborações de conhecimentos que oportunizaram o processo de significação comum para a consolidação e internalização de conceitos científicos, o que condiz com a orientação teórico-metodológica vygotskiana de ruptura, contradição e síntese para a emergência do novo.

A dinâmica interativa estimula o desenvolvimento cognitivo ao permitir que as coordenações didáticas facilitem coordenações internas. Entretanto, isso não acontece apenas por meio da apresentação passiva de pontos de vista diferentes; os indivíduos precisam engajar-se ativamente na exposição e oposição de opiniões e raciocínios dos outros, experimentando um confronto sociocognitivo conflituoso.

Assim, sem pretendermos chegar a uma suposta generalização com os resultados obtidos neste estudo, já que procedemos com ações individualizadas em que a dimensão interativa assume contornos bem característicos, em nosso entender, principalmente no Ensino Médio, a atividade docente requer uma reflexão mais apurada das intervenções pedagógico-didáticas para definir e viabilizar estratégias que valorizem as metodologias ativas no processo ensino-aprendizagem, a fim de tornar possível uma mudança pedagógica que objetive propósitos mais consistentes para a prática educacional.

Referências bibliográficas

ALVES, A. J. A revisão da bibliografia em teses e dissertações: meus tipos inesquecíveis. In: *Cadernos de Pesquisa*. São Paulo, nº 81, pp. 53-60, 1992.

BAKHTIN, M. *Marxismo e filosofia da linguagem*. São Paulo: Hucitec, 1998.

BRUNER, J. Vygotsky: a historical and conceptual perspective. In: WERTSCH, J. *Culture, communication and cognition: Vygotskian Perspectives*. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.

CARABETTA-JÚNIOR, V. *A internalização de conceitos de Biologia por alunos de Ensino Médio: um estudo microgenético*. Tese de Doutorado - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP), São Paulo: 2003.

COLL, C. e SOLÉ, I. A interação professor/aluno no processo de ensino e aprendizagem. In: COLL, C. et al. *Desenvolvimento psicológico e educação*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

DAVIDOV, V. *La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico: investigación psicológica teórica y experimental*. Moscou: Editorial Progreso, 1996.

GALAGOVSKY, L. R e MUNÓZ, J. C. La distancia entre aprender palabras y aprehender conceptos. El entramado de palabras-concepto (EPC) como un nuevo instrumento para la investigación. *Enseñanza de las ciencias*. Barcelona, nº 20, pp. 29-45, 2002.

GIORDAN, A., DE VECCHI, G. *As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

MENEZES, L. C. de. Ensinar ciências no próximo século. In: HAMBURGER E. W. e MATOS, C. (orgs.). *O desafio de ensinar ciências no século XXI*. São Paulo: Edusp, 2000.

OLIVEIRA, M. K. de. (1996). Organização conceitual e escolarização. In: OLIVEIRA, M. K. de. (org.). *Investigações cognitivas: conceitos, linguagem e cultura*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2003.

ONRUBIA, J. Disponibilidade para aprendizagem e sentido da aprendizagem. In: COLL, C. et al. *O construtivismo na sala de aula*. São Paulo: Ática, 2006.

PIAGET, J. *Para onde vai a educação?* Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora, 1984.
Revista Contemporânea de Educação, vol. 5, n. 10, jul/dez 2010

VOLOSHINOV, V. N. *Marxismo e filosofia da linguagem*. 8. ed. São Paulo: Hucitec, 1997.

VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1991a.

_____. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1991b.

_____. *História del desarrollo de las funciones psicológicas superiores*. Havana: Ed. Científico-Técnica, 1987.

WERTSCH, J. S. *Vygotsky and the social formation of mind*. USA: Harvard College, 1998.

_____ e STONE, C. A. The concept of internalization Vygotsky account of the genesis of higher mental functions. In: WERTSCH, J. *Culture, communication and cognition: vygotskian perspectives*. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.