

HEREDITARIEDADE: MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA E O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CONCEITUAL DOS ESTUDANTES

BIOLOGICAL INHERITANCE: TEACHER'S MEDIATION AND THE CONCEPTUAL THOUGHT DEVELOPMENT OF THE STUDENTS

Vanessa Daiana Pedrancini¹
Maria Júlia Corazza-Nunes²

¹Universidade Estadual de Maringá – UEM/ Mestranda em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática/vapedrancini@yahoo.com.br

²UEM/Núcleo de Pesquisa em Biotecnologia Aplicada-NBA/Departamento de Biologia/mjcnunes@uem.br

Resumo

Pesquisas têm revelado que os principais motivos que dificultam a aprendizagem de conceitos e processos biológicos residem em um ensino pautado na memorização e fragmentação de conteúdos dissociados do cotidiano dos estudantes. Destas constatações originou-se esta pesquisa que objetivou refletir sobre a organização de um ensino que possibilite a aprendizagem e o desenvolvimento do pensamento conceitual dos estudantes acerca do mecanismo da hereditariedade. Os dados foram obtidos em uma turma do ensino médio de um colégio público da região Noroeste do Paraná, por meio das seguintes etapas: investigação dos conceitos prévios dos alunos; estudos, reflexões, organização e desenvolvimento dos procedimentos de ensino; investigação e análise contínua das re-elaborações conceituais dos alunos; reflexão, replanejamento e desenvolvimento de novas ações docentes e discentes e avaliação final. Utilizando como instrumento principal a mediação interativa e discursiva, concluímos que a organização do ensino possibilitou gradual evolução das elaborações conceituais dos estudantes sobre o tema.

Palavras-chave: Organização do ensino, aprendizagem, interações discursivas, hereditariedade.

Abstract

Researches have revealed that the chief reasons that turn learning of biological concepts and processes difficult is a teaching administered through the memorization and fragmentation of contents totally dissociated from daily life of the students. The teaching organization that possibilities the learning and the conceptual thought development of the students about the biological inheritance mechanism is provided. Teaching events were conducted in a classroom of a State High School, in the northwestern region of the state of Paraná, through the following stages: research of the students' previous experience; studies, organization and development of teaching events; research and analysis of the student's concept reworking; planning and development of new teacher and students deeds and final evaluation. Using the interactive and discursive mediation as the chief instrument, we concluded that the teaching organization contributed for the gradual evolution of the student's conceptual thought about the subject.

Keywords: Teaching organization, learning, discursive interactions, biological inheritance.

INTRODUÇÃO

A importância da educação científica está se tornando cada vez mais evidente à sociedade contemporânea, sendo a escola destacada como referencial impar na apropriação de conhecimentos científicos e na formação da consciência crítica-reflexiva dos sujeitos, frente aos desafios advindos dos avanços da ciência e da tecnologia. Sobre o papel social da escola, Manechini e Caldeira (2005, p. 29) descrevem que esta “deveria ser um espaço sócio-cognitivo-cultural, numa sociedade pautada no favorecimento de oportunidades significativas para todos seus educandos”.

Sob esta consigna depreende-se que a universalização da Educação não se dará apenas pela expansão das redes de ensino, mas, sobretudo, pelo estabelecimento de medidas que garantam a efetivação do papel da escola como instrumento de superação das desigualdades sociais.

Tomando como referência o cenário educacional brasileiro, compreendido entre as décadas de 1970 e 1990, período caracterizado pela democratização do acesso à escola, pode-se demarcar o início de um movimento de pesquisadores e educadores que, preocupados com o alto índice de repetência e evasão escolar, passaram a buscar nos referenciais de teorias interacionistas, orientações para práticas pedagógicas capazes de superar as dificuldades de aprendizagem existentes entre estudantes pertencentes a classes sociais antagônicas.

Num primeiro momento, as teorias interacionistas construtivistas, que preconizam a concepção de que o sujeito constrói o seu próprio conhecimento a partir da sua ação sobre o objeto, constituíram o principal recurso teórico para estudos, pesquisas e propostas curriculares direcionadas à melhoria do ensino das ciências. Os encaminhamentos metodológicos, ao defender o mote “aprender a aprender”, passaram a valorizar o processo de conhecer em detrimento a apropriação dos conhecimentos científicos, do ato de ensinar e do papel do professor.

Desta forma, a prática social inicial dos estudantes, isto é, suas idéias prévias, interesses, necessidades, sua maneira peculiar de representar o mundo, ao invés de ser investigada, conhecida em profundidade e usada como ponto de partida na aprendizagem de conceitos científicos, passou a ser mais respeitada do que trabalhada (FONTANA, 2005). Os reflexos desse alijamento do ensino de conteúdos significativos podem ser observados no estado da escola pública nos dias atuais: “professores mal remunerados e desestimulados, com formação e aperfeiçoamento insuficientes, escolas com mecanismos artificiais de aprovação e avaliação, aumento crescente da violência e do descaso” (SANTOS, 2005, p.5).

Nesse contexto educacional, muitos pesquisadores e educadores, interessados em resgatar o papel do professor e do ensino de conteúdos significativos para a compreensão da realidade, voltaram sua atenção para as teorias sóciointeracionistas, das quais se destacou a Teoria Histórico-cultural, sistematizada por psicólogos russos no início do século XX e divulgada no Brasil a partir da década de 1980.

As obras dos autores dessa matriz teórica trouxeram grandes contribuições para a compreensão do papel da escola, do professor em relação aos conteúdos e aos alunos, encontrando-se nelas idéias sugestivas sobre o desenvolvimento e aprendizagem humana e a relação entre pensamento e linguagem, sendo seus pilares os conceitos de: mediação pedagógica, zona de desenvolvimento proximal, conceitos espontâneos e científicos.

Dentre os estudos da psicologia do desenvolvimento humano, os trabalhos de Vygotsky se destacaram ao propor a influência do meio cultural neste processo, indo além dos limites do plano puramente biológico, ao explicar que a relação do homem com o meio que o cerca não é direta, mas sim mediada por meio de instrumentos e signos, constituindo um ato complexo que vai além dos dualismos organismo-meio, sujeito-objeto ou, ainda, estímulo-resposta (VYGOTSKY, 1991). Para Elkonin esta relação é, na verdade, “niño-objeto social”, uma vez

que no objeto não está escrito sua origem, os procedimentos de ação com ele e os procedimentos de sua reprodução (ELKONIN, 1987, p. 113).

Nessa perspectiva, a apropriação do conhecimento não se dá, simplesmente, ao sujeito ou ao objeto de conhecimento, nem mesmo pela relação que o sujeito estabelece com este objeto, mas pela mediação social, do outro ou de um signo, que se assenta entre ambos. Vygotsky (1991) explica que é no decorrer dessas interações estabelecidas entre os sujeitos as atividades mentais, práticas, culturais e simbólicas, representadas no meio social, são apropriadas, transformadas e internalizadas pelos indivíduos: “todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro, no nível social, e, depois, no nível individual; primeiro, *entre pessoas (interpsicológica)*, e, depois, *no interior da criança (intrapsicológica)*” (VYGOTSKY, 1991, p. 64).

Isto significa que o processo de apropriação do conhecimento, embora inerente a cada indivíduo, é desencadeado, impulsionado e ampliado por meio da riqueza do meio social no qual o indivíduo está inserido, bem como das relações estabelecidas com seus semelhantes. Nessas interações, a linguagem se apresenta como o principal sistema simbólico utilizado pelos grupos humanos, e é, por meio dela, que os conhecimentos produzidos pela humanidade são veiculados.

Na escola, a interação discursiva, envolvendo os conceitos sistematizados, gradativamente constrói “um contexto argumentativo, que dialeticamente propicia a elaboração de novas aproximações ao significado” (CANDELA, 1998, p.162). Portanto, quando o aluno participa de um ambiente em que há diversidade de opiniões e argumentos, o pensamento e o discurso individuais serão mais ricos, desde que o professor promova os conflitos.

O ensino só tem sentido, porém, se for organizado de forma a promover a aprendizagem nos alunos e, conseqüentemente, o desenvolvimento das capacidades psíquicas: memória, atenção, percepção e raciocínio, isto é, “o “bom aprendizado” é somente aquele que se adianta ao desenvolvimento” (VYGOTSKY, 1991, p. 101).

Ao explicar sobre os níveis do desenvolvimento cognitivo, Vygotsky (1991) ressalta a importância da intervenção do outro no desenvolvimento da zona proximal que, para o autor, corresponde “[...] aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário” (VYGOTSKY, 1991, p. 97).

Na prática pedagógica, a implicação dessa concepção é imediata, pois o professor que tem conhecimento sobre os conceitos já apreendidos pelo aluno e aqueles que ainda estão em processo de desenvolvimento, apresenta melhores condições de dirigir o ensino para etapas intelectuais mais avançadas (OLIVEIRA, 2001).

Todavia, é necessário considerar que no processo de ensino-aprendizagem “os conceitos científicos não são assimilados nem decorados pela criança [...] mas surgem e se constituem por meio de uma imensa tensão de toda atividade de seu próprio pensamento” (VIGOTSKI, 2001a, p. 260).

Tendo a Teoria Histórico-Cultural como referencial teórico, iniciamos em 2003, estudos sobre a formação de conceitos entre estudantes que estavam finalizando a educação básica e constatamos dificuldades em explicar o mecanismo da hereditariedade, bem como limitações em utilizar tais conhecimentos para explicar os atuais avanços biotecnológicos (PEDRANCINI et al., 2007). Estas investigações e análises de episódios de ensino nos revelaram que os principais motivos que dificultam a aprendizagem de conceitos e processos biológicos, residem em um ensino que desconhece as concepções prévias dos alunos, restringindo sua ação à reprodução de conteúdos fragmentados e dissociados de sua vida cotidiana (CORAZZA-NUNES et al., 2006).

Destas constatações, originou-se a presente pesquisa cujo objetivo foi refletir sobre a organização de um ensino que possibilite a aprendizagem e o desenvolvimento do pensamento conceitual dos estudantes em relação ao mecanismo da transmissão hereditária.

AS DEFINIÇÕES METODOLÓGICAS

Os primeiros passos: escolha da instituição de ensino e participantes da pesquisa

A presente pesquisa foi desenvolvida em uma turma do 2º ano do Ensino Médio noturno de um colégio público situado em um município da região Noroeste do Paraná.

A seleção da instituição de ensino e docente participante baseou-se em critérios de receptividade e convergência de interesses, e foi efetuada após visitas, nas quais apresentamos o projeto e discutimos sua viabilidade junto à direção, equipe pedagógica e docentes de Biologia. Para a escolha da série, levamos em consideração a organização do projeto pedagógico da escola que estabelece o conteúdo de herança genética para o 2º ano do Ensino Médio.

Escolhida a instituição, docente de Biologia e série, faltava-nos decidir pela a turma. Nesse momento, a professora nos propôs um desafio: trabalhar com estudantes do período noturno, devido ao fato de comporem a única turma do 2º ano do Ensino Médio de Educação Geral, sob sua direção no ano letivo de 2007. A nossa preocupação inicial assentava-se no fato, apontado por Da Cruz (2006), da grande maioria desses estudantes dedicar-se a outras atividades durante o período matutino e, com certa frequência, apresentar pouca disponibilidade de tempo para as atividades escolares e tarefas extra-classe. Adicionados a estes fatores, a duração das aulas no período noturno é menor que a dos outros períodos e, como o turno inicia às 19h00min, muitos dos alunos trabalhadores chegam à escola, freqüentemente, atrasados ou em cima da hora.

Participantes da pesquisa: professora e estudantes.

A professora participante da pesquisa é graduada em licenciatura plena em Ciências Biológicas e atua como professora de Biologia na rede pública há mais de 25 anos, além de trabalhar como supervisora de uma escola particular, totalizando uma carga horária semanal que ultrapassa 40 horas.

A turma selecionada era composta por 38 alunos (representados, nos episódios dialógicos, pela letra A seguida por seus respectivos números de identificação), com faixa etária variando de 15 a 28 anos. Dentre os estudantes, a grande maioria trabalhava para auxiliar no orçamento da família, sendo este o motivo principal por terem optado pelo ensino noturno.

A pesquisa

O estudo, aqui analisado, é parte de uma dissertação de mestrado sobre a organização do ensino do conteúdo curricular de herança genética, nos seus aspectos clássicos e moleculares. Os episódios de ensino aqui descritos e analisados referem-se à mediação do conceito de hereditariedade.

A pesquisa foi desenvolvida durante o 1º semestre do ano letivo de 2007 e, durante a fase experimental, as pesquisadoras (representadas, nos episódios dialógicos, por Ps) e a professora participante (representada pela letra P) reuniram-se semanalmente para estudar e planejar, em conjunto, o desenvolvimento das aulas, fundamentando-se na Teoria Histórico-Cultural.

A organização do ensino compreendeu as seguintes etapas: investigação e análise das elaborações iniciais dos conceitos apresentadas pelos alunos; estudos, reflexões, organização e desenvolvimento dos procedimentos de ensino; investigação e análise contínua das reelaborações dos conceitos pelos alunos; reflexão, replanejamento e desenvolvimento de novas ações docentes e discentes e avaliação final.

As atividades desenvolvidas e os procedimentos utilizados incluíram discussões a partir de situações-problema, reprodução e produção de textos, atividades lúdicas, entre outros,

levando-se em conta a dimensão histórica, científica, cultural e social do tema abordado, porém, sempre utilizando como instrumento principal a mediação interativa e discursiva.

O desenvolvimento do pensamento conceitual dos estudantes

Tendo como premissa que o “o ensino direto de conceitos sempre se mostra impossível e pedagogicamente estéril” (VIGOTSKI, 2001a, p. 247), iniciamos a pesquisa em sala de aula investigando a prática social inicial dos estudantes sobre diversidade e herança genética.

A aula começou com a apresentação de figuras de grupos de indivíduos representando diferentes raças de algumas espécies animais como: seres humanos, coelhos, cães, gatos e galinhas. Utilizando essas imagens, questionamentos foram realizados pela professora participante com o intuito de promover a reflexão dos estudantes acerca da grande diversidade das formas vivas e, ao mesmo tempo, ressaltar a manutenção das características peculiares de cada espécie. Nessa interação discursiva os conceitos de espécie, característica hereditária e hereditariedade e genética foram investigados e discutidos.

A riqueza desta atividade interativo-dialógica pode ser observada no episódio de ensino descrito abaixo, mediado por meio de algumas questões e situações-problema norteadoras:

P: Gente, nós temos o quê nesta primeira figura?

Alunos em coro: Gatos.

P: E o que estes gatos têm em comum?

A22: Olhos.

A22: Pêlo.

A25: Todos têm bigode.

A37: Orelha.

A5: Rabo.

Percebendo que os estudantes não iriam além das impressões sensoriais, a professora intercedeu com outras questões que exigiram conhecimentos mais complexos do que os empregados anteriormente, possibilitando a elaboração do conceito de “característica” e, logo em seguida, de “espécie”:

P: O que é esse negócio: olho, orelha, rabo, pêlo, bigode?

A1: Características.

P: O que uma característica?

A8: São diferenças.

A5: São diferenças entre os seres vivos.

A22: São traços genéticos.

P: Então, características são diferenças, traços genéticos que distingui um ser vivo de outro.

Como podemos observar nos diálogos acima descritos, as questões formuladas pela professora possibilitaram o estabelecimento de uma situação motivadora para o envolvimento cognitivo dos alunos, levando-os a elaborar o conceito de “característica”. Aproveitando o momento interativo, a professora prosseguiu com os questionamentos e intervenções para mediar o conceito de “espécie”:

P: Mas todos estes gatos são iguais?

Alunos em coro: Não.

P: O que estes gatos têm de diferença?

A5: A cor.

A12: Raça.

A22: Tamanho.

A12: A genética.

P: E vocês viram aqui que todos os gatos são chamados de Felis catus, mesmo com tanta coisa diferente... Por que será esses doze gatos são da mesma espécie?

A23: Antepassados.

A37: Algumas características são iguais.

A22: Raça.

A5: Grupo de seres vivos com mesmo modo de vida.

A23: Alimentação.

P: O que é possível para uma espécie se perpetuar?

A12: Reprodução.

P: Além da reprodução, tem outra coisa importante. Imaginem se vocês, esta geração não pudesse ter filhos, o que aconteceria?

(silêncio)

P: A espécie iria acabar. Então, como vocês disseram espécie corresponde a um grupo de seres vivos com características semelhantes, capacidade de reprodução e, também, que deixam descendentes férteis.

Constatamos que as questões norteadoras deste episódio interativo se estabeleceram criando uma situação-problema desafiadora, que estimulou os alunos formular respostas e hipóteses para tentar explicar o porquê de certos seres vivos, apesar de apresentarem diferenças entre si, serem considerados indivíduos da mesma espécie. Nas enunciações dos estudantes para explicar as diferenças entre os gatos da figura e o porquê de estarem agrupados na mesma espécie, podemos identificar conhecimentos de senso comum que, provavelmente, foram formados em situações informais e outros, restritos nas palavras “raça” e “genética”, os quais exigem elaborações de conceitos formalmente sistematizados. A professora não investigou a compreensão destes conceitos nesse momento, pois, embora haja relação entre eles, seu intuito era mediar o conceito de espécie.

Ao perceber que as reflexões dos estudantes em relação ao conceito de espécie se limitavam ao compartilhamento de certas características morfológicas e comportamentais, a professora intercedeu direcionando a conversa para os processos biológicos que garantem a perpetuação de cada espécie, introduzindo os conceitos de “reprodução” e “descendentes férteis”. Observamos que a interação construída pela professora, por meio do fornecimento de pistas e anúncios intencionais, possibilitou o desencadeamento de zonas de desenvolvimento proximais (ZDPs). E, nesse contexto, vale ressaltar aqui as palavras de Vygotsky (1991, p. 98): “[...] aquilo que é a zona de desenvolvimento proximal hoje, será o nível de desenvolvimento real amanhã – ou seja, aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã”.

Em um outro episódio de ensino, após a mediação do conceito de espécie, a professora resgatou o termo “genética”, citado por um dos alunos (A12) para explicar a diferença existente entre os diferentes indivíduos da mesma espécie, realizando novas intervenções com o objetivo de investigar o que os estudantes entendiam sobre este conceito:

P: Alguns de vocês citaram o termo “genética”. O que é a genética, gente?
(silêncio)

P: É uma ciência? Ou não?

A21: É.

P: A genética é uma ciência que estuda o que?

A10: As características.

P: Exatamente. Genética é uma ciência que estuda como as características hereditárias passam...

A10: De geração em geração.

Nesse momento, mesmo percebendo o movimento do pensamento conceitual de A10, a professora repetiu, novamente, o que é genética, buscando compartilhar o significado deste conceito com os demais alunos.

P: Essas características que eu posso ver lá nos grupos dos coelhos, humanos, cães... são herdáveis, passam de pais para filhos. A genética trata de estudar tudo isto.

Dando continuidade ao discurso, a professora acrescentou novas informações por meio de mais uma questão problematizadora e anúncios, estimulando os estudantes para que refletissem sobre os significados e correlações dos conceitos “características hereditárias” e “adquiridas”.

P: Mas, será que todas as características são herdadas?

Alunos em coro: Não.

P: Em relação à cor da pele que eu posso ver, posso analisar, a cor da pele continua igualzinha de quando a gente nasceu?

Alunos em coro: Não.

P: Se a gente ficar mais no sol nós vamos ter a pele mais escura. Então, as características podem ser modificadas, alteradas daquilo que a gente recebe dos pais.

Na tentativa de investigar o que os alunos sabiam sobre o “mecanismo da hereditariedade”, a professora utilizou a figura que representava a obra “Operários” de Tarsila do Amaral, a partir da qual foi elaborada a seguinte situação-problema:

Ps: Mas, o que nós recebemos para sermos da espécie humana? O que a gente recebe pra aparecer estas características aqui?

A37: O DNA.

P: O que é o DNA?

A8: É o conjunto de cromossomos.

A34: Professora, genótipo.

P: É o genótipo que ela falou? Gente, o DNA contem o que será?

A10: Células.

Neste trecho, evidenciamos que, embora os alunos utilizassem em suas respostas as palavras DNA, cromossomos, genótipo e célula, apreendidas durante os anos de escolaridade, correlacionando-as à idéia de transmissão das características hereditárias, os conceitos científicos que elas expressam, ainda, não haviam sido totalmente apropriados, de modo a possibilitar o desenvolvimento do pensamento conceitual. Essa constatação leva-nos a refletir que “[...] um conceito é mais do que a soma de certos vínculos associativos formados pela memória [...] é um ato real e complexo de pensamento que não pode ser aprendido por meio de simples memorização [...]” (VIGOTSKI, 2001a, p. 246).

Percebendo as dificuldades dos estudantes, a docente realizou a intervenção, tentando relacionar o mecanismo da hereditariedade com os seus cotidianos, transformando o assunto em algo mais significativo.

P: Lembram do Ratinho? O que era o DNA? Quando a pessoa fazia aquele escândalo lá no programa do Ratinho, a pessoa ia fazer o quê?

Alunos em coro: DNA.

P: Se o filho era do pai ou não. O que será que eles comparam?

A28: O sangue.

P: O que analisa pra saber qual é o pai da criança?

A25: Se o tipo sanguíneo é compatível com...

P: O tipo sanguíneo é uma coisa, mas no teste específico de DNA, não é o DNA que eles, em específico, comparam? O DNA da mãe, o DNA do pai e o DNA da filiação.

Como nos ensina Vigotski (2001b), a aprendizagem de conceitos científicos se apóia, inicialmente, nos conhecimentos espontâneos, porém, o bom ensino é aquele que vai além das impressões imediatas. Com esse intuito, a professora deu continuidade às intervenções com o objetivo de promover o desenvolvimento do pensamento conceitual dos estudantes por meio do estabelecimento de vínculos conceituais, necessários à apreensão do processo de transmissão das características hereditárias, tais como: DNA, cromossomo e célula.

P: DNA, a gente encontra onde?

A8: Nos cromossomos.

P: Os cromossomos a gente encontra onde?

A37, A36, A8: Nas células.

P: Em quais células? Que tipo de células?

A37: Nas células do fio de cabelo.

A12: Células da pele.

A25: Na saliva.

A37: Na orelha.

A12: Na unha.

A8: No sangue.

Apesar de, normalmente, os alunos apresentarem um idéia difusa sobre célula, cromossomo e DNA, confundindo, muitas vezes, estes conceitos, o direcionamento da docente possibilitou sua redefinição pelos estudantes.

Em relação à questão sobre em quais tipos de células o DNA se encontra, os estudantes citaram exemplos das que estão sendo utilizadas nos atuais testes de paternidade, medicina forense e diagnóstico precoce, baseados na análise de DNA extraído do “sangue”, “fio de cabelo”, “saliva” e “unhas”. Entretanto, nenhum dos alunos citou exemplos de células que constituem os principais tecidos dos animais superiores, tais como as células ósseas, neurônios, células musculares, entre outras que fazem parte dos conteúdos escolares. Ao discutir sobre a via de desenvolvimento dos conceitos científicos em relação aos espontâneos, Vigotski (2001b, p. 528) afirmou que “a fraqueza de um conceito se descobre justamente onde o outro já está relativamente maduro”.

Uma vez estabelecido que o DNA constitui os cromossomos e que esses se encontram nas células, a docente direcionou o conflito cognitivo para a importância dos gametas: a única ligação física entre as gerações:

P: Vocês falaram para mim das células do corpo, mas é só nas células do corpo que tem cromossomos? Onde tem algo que nos interessa aqui nesse momento? Como é possível vocês estarem presentes aqui nesse momento?

A38: Através do esperma do pai.

P: É somente pelo esperma do pai?

Alunos em coro: Não.

A12: No óvulo também.

P: DNA contém informações contidas na onde?

A37: Nos cromossomos.

P: Os genes estão contidos onde?

A37: Nos cromossomos.

P: Que são passados...

A37: De pais para filhos.

A8: De geração em geração.

P: Onde?

A37: Na reprodução.

P: Quem transporta os cromossomos?

A37: Espermatozóides.

P: E óvulo, que são os gametas (escrevendo no quadro de giz: gametas: óvulo nas mulheres ♀ e espermatozóide nos homens ♂ - e não esperma -, transportam os cromossomos). Pela fecundação é constituído a célula ovo ou zigoto que dará origem ao novo ser.

Neste episódio de ensino, a professora não só proporcionou um ambiente propício para investigar os conhecimentos prévios dos estudantes, como, também, direcionou-os à elaboração conceitual durante o movimento das interações discursivas, permitindo o confronto e a articulação entre os conceitos mencionados pelos alunos acerca do mecanismo de transmissão das características hereditárias.

Ps: Como se chama o processo, esse mecanismo de transmissão de características hereditárias de pais, progenitores, ascendentes para filhos?

A5: Fertilização.

A8: Hereditariedade.

Ps: Todo mundo concorda com A8?

(silêncio)

Ps: Olha o que o A8 disse. Ele disse que esse processo de transmissão de características de pais para filhos é chamado de hereditariedade. O que vocês acham?

A35: Não entendi!

Ps: Então, vamos abrir o livro na página 2. A8 leia a primeira frase do 1º parágrafo da p. 2.

A8: “Genética é a área da biologia que estuda a **herança biológica**, ou **hereditariedade**, que é a transmissão de características de pais para filhos, ao longo das gerações” (AMABIS e MARTHO, 2006, p.2).

Ps: Pessoal, o que vocês entenderam disso que o A8 leu? O que hereditariedade ou herança biológica?

A25: É a transmissão de características de pais para filhos.

Ps: É o processo de transmissão das informações genéticas de pais para filhos.

Apesar de A8 reconhecer e redefinir o seu entendimento sobre “hereditariedade”, bem como a relação deste termo com o mecanismo da transmissão das características genéticas, os colegas da turma não conseguiram, a priori, acompanhar o movimento do seu pensamento. O silêncio da turma e o pronunciamento de A35 revelaram que ainda apresentavam algumas dificuldades para compreender esse processo. Ao identificá-las a professora interferiu no diálogo, não expondo, diretamente, o significado do termo, mas solicitando aos estudantes para que lessem a informação presente no livro didático e, em seguida, promoveu a discussão.

Na aula seguinte, com o objetivo de avaliar como o conceito de hereditariedade estava sendo elaborado, a professora propôs aos estudantes que, em grupos, discutissem e respondessem a seguinte questão: “Como vocês explicam o mecanismo da hereditariedade, ou seja, como as instruções para a expressão das características hereditárias são transmitidas de pais para filhos?”

Nesta etapa, apesar de voltarmos para a definição acerca do mecanismo da hereditariedade como no episódio interativo-dialógico, a atividade exigiu outras capacidades dos estudantes como o registro escrito, o qual “[...] em sua especificidade, exige um processo de elaboração, uma atividade mental distinta daquela propiciada pela interação oral” (FONTANA, 2005, p. 81).

Ao analisar os registros dos estudantes, verificamos que, dos oito grupos, quatro (G1, G3; G4 e G5) buscaram os elementos e conceitos estabelecidos nas interações discursivas, promovidas em episódios anteriores, de forma que “os textos produzidos são explicitamente uma resposta dirigida à professora. Tanto assim que sua voz ecoa em todos eles...” (FONTANA, 2005, p. 84).

G. 1: Através do DNA (informações) contidas nos cromossomos que são passadas de pai para filhos na reprodução. Quem transporta esses cromossomos são o óvulo e o espermatozóide.

Nesta descrição observamos um nível gradual de generalização e abstração, indicando que as interações discursivas haviam proporcionado condições para as primeiras elaborações sobre o mecanismo da hereditariedade, bem como para conexões entre os conceitos de DNA, cromossomos, espermatozóides e óvulos.

Por outro lado, os outros quatro grupos apresentaram dificuldades em responder a questão. Dois deles, G2 e G6, não a responderam, enquanto que os grupos restantes (G 7 e G 8) revelaram possuir idéias alternativas em relação ao mecanismo da hereditariedade.

G. 7: As características são transmitidas de pai para filho com o passar do tempo de convivência, é o mesmo que assumir a empresa após a morte dele.

G. 8: Hereditariedade e a característica passada de pai para filho geralmente ou de um dos familiares como os avós, bisavós tanto materno quanto paterno, são transmitidas de pai para filho através do sangue.

Por meio destas descrições, podemos constatar que muitos dos conceitos espontâneos, de senso-comum, são resistentes a mudanças, sendo difíceis de serem erradicados. Mesmo após terem passado por vários níveis de escolaridade e terem participado das interações discursivas realizadas anteriormente, alguns alunos continuaram acreditando que fatores como “tempo de convivência” e o “sangue” são os veículos de transmissão das características hereditárias.

A concepção de que a hereditariedade é transmitida pelo sangue foi construída desde a antiguidade e amplamente aceita durante muitos séculos, sendo manifestada até nos dias atuais nas expressões “consangüinidade”, “puro sangue”, “sangue do meu sangue”. Por outro lado, essas idéias dos alunos podem ter se originado das divulgações da mídia ou dos comentários dos professores e livros didáticos, sobre a extração de DNA do sangue para a realização dos atuais testes de paternidade, exames criminalísticos e diagnóstico precoce.

Frente a essas concepções apresentadas por alguns estudantes sobre o papel do sangue na transmissão das informações genéticas, replanejamos as aulas seguintes, partindo do estudo do histórico da hereditariedade, analisando as hipóteses formuladas desde a antiguidade para explicar os mecanismos da herança genética.

Para o desenvolvimento destas aulas, utilizamos diversos procedimentos didático-pedagógicos destacando-se: técnicas de leitura, reprodução e produção, individuais e coletivas, de textos; estudo dirigido e discussões em grupos; interações dialógicas, acompanhadas de intervenções e demonstrações; atividades lúdicas como montagem de dominó de conceitos, elaboração de mapas conceituais e jogos simulando o mecanismo da hereditariedade. No decorrer dos encontros, as atividades propostas sempre foram norteadas pela seguinte questão: Como a transmissão das características hereditárias de geração em geração foi explicada nas diferentes épocas da existência humana? Partindo da hipótese da Pangênese e das Teorias da Pré-formação e Epigênese, os estudos se dirigiram para os mecanismos clássicos de herança mendeliana, intercalados pela herança cromossômica e molecular.

Durante as práticas pedagógicas, buscamos proporcionar momentos propícios para os estudantes estabelecerem relações conceituais e refletirem acerca de seus próprios conhecimentos, aproximando-os dos conhecimentos científicos relacionados ao mecanismo da

hereditariedade. Ao final das atividades, com a finalidade de avaliar se os estudantes haviam abandonado os conceitos alternativos e ampliado seus conhecimentos sobre o tema, aplicamos, novamente, a questão: “Como vocês explicam o mecanismo da hereditariedade, ou seja, como as instruções para a expressão das características hereditárias são transmitidas de pais para filhos?”

Analisando estes registros, percebemos, primeiramente, que, apesar dos estudantes terem participado, com certa frequência, das aulas e terem recebido as mesmas oportunidades, revelaram estar em diferentes estágios no processo de evolução do pensamento conceitual.

Como já ressaltado, o processo de aprender pode ser, preferencialmente, inter-pessoal, mas a aprendizagem é intra-pessoal e ocorre gradualmente em momentos e ritmos diferenciados, dependendo das interações com o meio social e cultural.

Ao analisar as descrições dos estudantes, constatamos que alguns deles, ainda, estavam em estágios elementares de elaboração conceitual, apresentando dificuldades em articular os conceitos, como podemos observar na representação escrita de A3:

A3: Toda transmissão genética passadas de pai para filhos, começam no DNA e assim vão passando pelas características pelos genes e cromossomos do pai e da mãe (23P e 23M). E assim por diante.

Nesta descrição, verificamos que os conceitos de DNA, cromossomos e genes não foram totalmente compreendidos, uma vez que o limite do estudante é a palavra. Além disto, muitos conceitos, envolvidos neste processo biológico, não foram citados ou relacionados, demonstrando que tais conceitos não foram internalizados, provavelmente devido a sua complexidade.

No entanto, outros estudantes revelaram ter percorrido estágios mais avançados de elaboração conceitual, demonstrando possuir uma compreensão do processo de hereditariedade como um todo, apesar de muitos conceitos e conhecimentos subordinados serem esquecidos ou não relacionados nas suas descrições. É o que pode ser observado na resposta de A9:

A9: É transmitido através da fecundação entre os gametas masculino e feminino, isto é o óvulo e o espermatozóide que são constituídos por moléculas que formam o DNA que é onde está guardado o nosso material genético que é passado de pais para filho.

Em outros casos, o conhecimento adquirido possibilitou passar do geral ao particular e do particular para o geral, ou seja, houve a internalização e generalização de todo o mecanismo biológico. Isto pode ser verificado no registro do A37:

A37: Primeiro de tudo vem a meiose, primeiramente os cromossomos se duplicam e então a célula se separa em duas, logo após os cromossomos se organizam e se separam novamente, formando 4 células filhas com metade do número de cromossomos da célula mãe, essas células filhas são chamadas de gametas. Os gametas masculinos fecundam o feminino, dando origem a uma célula com o número completo de cromossomos, o zigoto. Através do zigoto é formado o novo ser. No núcleo da célula ficam os cromossomos e nos cromossomos fica o DNA, o desoxirribonucleic acid, ou ácido desoxirribonucléico. Nesse DNA fica as informações genéticas responsáveis pelas características do novo ser e é passado para o zigoto na fecundação.

Isto consigna que a aprendizagem é atingida quando o estudante consegue falar sobre o conceito, pensar com o conceito, abstrair o conceito e, principalmente, generalizá-lo em várias situações que extrapolam o ambiente escolar. Em outras palavras: “[...] o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer” (VYGOTSKY, 1991, p. 101).

REFERÊNCIAS

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia das Populações**. 2ª edição. São Paulo: Moderna, 2004, v.3.

CANDELA, A. A construção discursiva de contextos argumentativos no ensino de ciências. In: COLL, César (Org.). **Ensino, Aprendizagem e discurso em sala de aula**. Porto Alegre: ArtMed, 1998, p. 143-169.

CORAZZA-NUNES, M. J.; PEDRANCINI, V. D.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. Implicações da mediação docente nos processos de ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.5, n.3, p. 522-533, 2006. Disponível em: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.

DA CRUZ, J. E. **A educação noturna como desafio para a formação profissional**. 2006, Disponível em: <http://www.reescrevendoeducacao.com.br/2006/modules/artigosenviados.php?a=visualizar&artigo=68> >. Acesso em: 11/11/2006.

ELKONIN, D. Sobre el problema de la periodización del desarrollo psíquico en la infancia. In. Biblioteca de psicología soviética. **Antología: La Psicología Evolutiva y Pedagogía en la URSS**. Moscú: Editorial Progreso, 1987, p. 104-124.

FONTANA, R. A. C. **Mediação pedagógica na sala de aula**. 4ª edição. Campinas, SP: Autores Associados, 2005.

MANECHINE, S. R. S.; CALDEIRA, A. M. de A. Um estudo prático sobre os processos de ensino e aprendizagem a partir da teoria de Vigotski. In: CALDEIRA, Ana Maria de Andrada; CALUZI, João José (Orgs). **Filosofia e história da Ciência: contribuições para o ensino de ciências**. Ribeirão Preto: Kayros Editora, 2005, p. 29-47.

OLIVEIRA, M. K. de. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico**. 4ª edição, São Paulo: Scipione, 2001.

PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.6, n.2, p. 299-309, 2007. Disponível em: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.

SANTOS, C. S. dos. **Ensino de Ciências: Abordagem Histórico-Crítica**. Campinas, SP: Armazém do Ipê, 2005.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins fontes, 2001.

VIGOTSKI, L. S. **Psicologia Pedagógica**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKY, L.S. **A Formação social da mente: O desenvolvimento dos processos psíquicos superiores**. 4ª edição. São Paulo: Martins Fontes, 1991.