

O APRENDER DA BIOLOGIA NO CONTEXTO DA DISCIPLINA EMBRIOLOGIA DE UM CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS^{1,2}
(The learning of biology in the context of the embryology subject in a teacher's preparation course in biological sciences)

Evelyse dos Santos Lemos [evelyse@ioc.fiocruz.br]

Laboratório de Educação em Ambiente e Saúde – LEAS, IOC/Fiocruz

Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu* em Ensino em Biociências e Saúde do IOC/Fiocruz

Resumo

O presente artigo analisa, à Luz da Teoria da Aprendizagem Significativa, o processo da aprendizagem dos alunos em uma disciplina de conteúdo específico – Embriologia – de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. O pressuposto é que ensinar é um processo complexo que requer, do docente, além do domínio do conteúdo específico e pedagógico, conhecimento sobre como se aprende a tema que ensina. A análise das atividades, sem prescindir da comparação entre o conhecimento inicial e final do aluno, que tradicionalmente caracteriza as pesquisas e relatos de ensino que assumem a referida teoria como referencial, desviou o foco para o processo da aprendizagem. Os resultados indicam que, antes da possibilidade de respostas literais – sim ou não –, o conhecimento dos alunos passou a se caracterizar pela coexistência entre as novas idéias ensinadas e as que já possuíam no início da intervenção. Tal fato explicita que a “captação de significados” precede a aprendizagem significativa e, por outro lado, que a qualidade da prática educativa é influenciada por fatores vários, alguns deles alheios à vontade e possibilidade de “controle” do professor e, naturalmente, do aluno.

Palavras-chave: aprendizagem significativa, ensino de biologia, evento educativo, embriologia, reprodução

Abstract

This paper analyses, in the light of the meaningful learning theory, the students' learning process in a subject of specific content – embryology – of a teacher's preparation course in biological sciences. The assumption is that teaching is a complex process that requires, from the teacher, in addition to mastering the specific and pedagogical contents, knowledge about how one learns the subject being taught. The analysis of these activities, without disregarding initial and final knowledge of the student, which usually characterizes research studies and experience descriptions that assume such a theory as referent, directed its focus to the learning process. Findings suggest that instead of definite answers – yes or no – students' knowledge became to be characterized by the coexistence of the new ideas and those held at the beginning of the intervention. This fact show explicitly that the “grasp of meanings” precedes meaningful learning and, on the other hand, that the quality of the teaching practice is influenced by several factors, some of them independent of the will and of the control of the teacher and, of course, of the student.

Keywords: meaningful learning, biology teaching, educative event, embriology.

¹ Os dados aqui apresentados e discutidos fazem parte da tese de Doutorado da autora (Lemos, 2008), realizada sob orientação do Professor Doutor Marco Antonio Moreira, no Programa de Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade de Burgos, Espanha.

² Versão revisada do texto originalmente publicado como um dos capítulos do livro “Aprendizagem Significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos”, organizado por Masini & Moreira (2008).

Introdução

Fundamentalmente subsidiado pela Teoria da Aprendizagem Significativa, apresenta-se algumas reflexões sobre aspectos que, positiva ou negativamente, comprometem o processo da aprendizagem da Biologia em contextos de ensino formal. Parte-se das premissas de que a aprendizagem significativa de *corpus* organizados de conhecimentos, por permitir uma relação autônoma com o mundo, leva ao engrandecimento humano (Novak, 2000) e de que o conhecimento biológico, já incorporado aos vários ramos da humanidade, “é indispensável para uma compreensão do homem e do mundo no qual vive” (Mayr, 1998, p.36). Assume-se, além disso, que o “mecanismo” de interação do sujeito com o mundo é correspondente para leigos e especialistas, sejam seus conhecimentos certos ou errados na perspectiva da ciência. Ou seja, aprender e utilizar o conhecimento aprendido para perceber os estímulos do ambiente, interpretá-los e, a partir daí, construir uma resposta (cognitiva, afetiva, atitudinal) é inerente ao ser humano, escolarizado ou não.

Os fenômenos biológicos, assim como qualquer evento inerente ao cotidiano, são explicados por significados que, antes da coerência científica, devem ser funcionais para quem o utiliza e aprende (Moreira, 2006). São as situações que dão significados aos conceitos (Vergnaud, 1990) e a interpretação destas depende da estrutura conceitual que o sujeito, perceptor, possui. Assim, ainda que se aprenda biologia no dia a dia, é função da escola criar situações que oportunizem aos alunos aprenderem significativamente os conceitos que, com significados coerentes com a explicação científica, sejam passíveis de utilização cotidiana. Também é papel da escola possibilitar experiências que permitam ao aluno, quando for o caso, a percepção de inadequações teóricas e funcionais dos seus conhecimentos “alternativos” e o seu paulatino abandono. Por outro lado, para que o conhecimento biológico seja apropriadamente utilizado como “ferramenta” de percepção e intervenção no mundo real, suas especificidades devem ser compreendidas e respeitadas, particularmente a relação dialética entre parte e todo que caracteriza sua natureza complexa e sistêmica.

O contexto de ensino cujo processo se analisará é parte de uma investigação mais abrangente que teve como principal propósito descrever e interpretar o processo da aprendizagem do aluno ao longo de duas disciplinas consecutivas, respectivamente de conteúdo específico e pedagógico, de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Corresponde à disciplina Embriologia, de conteúdo específico, então denominada Estudo 1 (Lemos, 2008), com 72 horas-aula totais e ministrada pela autora deste texto. Tratava-se de um curso noturno desenvolvido em uma instituição privada de ensino superior localizada na cidade de Dourados, Mato Grosso do Sul. Os seus 30 alunos eram, em sua maioria, de classe média baixa, trabalhadores e com deficiente formação escolar básica.

Partindo desta realidade, o propósito da disciplina era proporcionar condições para que os alunos aprendessem significativamente conceitos centrais da Biologia que ainda desconheciam, mais especificamente sobre o desenvolvimento embrionário. Almejava-se, paralelamente, que o ensino possibilitasse, aos alunos, o questionamento de suas concepções alternativas relacionadas ao tema e o gradual abandono das mesmas.

Apesar do comprometimento teórico e metodológico com os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa na condução da intervenção, os dados obtidos podem ser lidos tanto em uma perspectiva positiva quanto negativa. Ou seja, a comparação entre a natureza do conhecimento dos alunos no início e ao final do processo oferece dados suficientes para se “concluir” o estudo afirmando – e apresentando evidências de – que a evolução do conhecimento dos mesmos no *continuum* entre aprendizagem mecânica e significativa havia sido bastante expressiva e, portanto, que o ensino favorecera a aprendizagem significativa. Todavia, como o foco da investigação era o processo da

aprendizagem e não apenas a comparação entre “início e fim” (entre pré e pós-teste), um olhar ainda mais acurado, mais “subversivo” (Moreira, 2000), sobre esse mesmo conjunto de dados evidenciou que os alunos, dependendo da natureza das situações (atividades) experimentadas, ora recorriam aos conhecimentos recém “aprendidos”, ora aos antigos.

Em síntese, a investigação, qualitativa e do tipo intervenção, refletindo o teor da sua questão-foco, centrado na compreensão do processo da aprendizagem, evidenciou que os significados ensinados, embora captados (Gowin, 1981) e em processo inicial de aprendizagem significativa, passaram a coexistir com os conhecimentos que os alunos já possuíam inicialmente. É este objetivo do ensino, assumido como o favorecimento da aprendizagem significativa (Lemos, 2005a), discutido à luz dos resultados obtidos, que corresponde à natureza da “aprendizagem” evidenciada pelos alunos, que orienta as discussões aqui realizadas. A meta é compreender o processo desenvolvido, identificar comprometimentos que lhes são inerentes e, com isso, oferecer subsídios para a prática educativa e a da investigação sobre o ensino em geral e o de Biologia em particular.

O próximo item apresenta a proposta da disciplina e, no seguinte, resgatando o processo desenvolvido, reflete-se sobre os aspectos que o comprometeram. Algumas implicações das idéias discutidas para o ensino de biologia e para a sua investigação são apontadas como considerações finais.

1 – O Ensino na disciplina Embriologia: planejamento, desenvolvimento e avaliação

Na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa, os conhecimentos prévios dos alunos, a natureza do conhecimento a ser ensinado e os aspectos contextuais nos quais o evento educativo se realiza devem ser o ponto de partida para o planejamento do ensino e, na prática investigativa, para o delineamento teórico e metodológico da investigação. As estratégias de ensino, em decorrência, devem ser escolhidas com base no diagnóstico desses elementos de modo que possibilitem aos alunos interagir com as idéias centrais das disciplinas em diferentes momentos e tipos de situações. É vivenciando um processo dessa natureza, efetivamente ocupado com o favorecimento da aprendizagem significativa, que os alunos poderão, por meio da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, gradativamente consolidar os conhecimentos aprendidos e avançar no *continuum* entre aprendizagem mecânica e significativa.

Coerente com estas idéias, a aprendizagem significativa é entendida como um processo pessoal de atividade mental que se desenvolve de forma contínua, dinâmica, recursiva e que se efetiva quando o sujeito – intencionalmente – relaciona (de forma substantiva e não arbitrária) a nova informação com aquelas previamente existentes na sua estrutura cognitiva. Nesta perspectiva as ações de ensinar e aprender não podem ser analisadas – e nem praticadas – desvinculadas do conhecimento, especialmente da natureza da relação entre o que o aluno já sabe e o que “precisa” aprender. Neste sentido, não existe um modelo ideal de ensino, pois cada episódio de ensino (Gowin, 1981), pelas particularidades de seus elementos integrantes, constituir-se-á como idiossincrático e, portanto, demandando ações também idiossincráticas.

Embora a preocupação, neste momento, seja o aprender da biologia, há que considerar que o ensino realizado estava inserido em um contexto de formação inicial de professores de Ciências e Biologia. O grande e atual desafio para estes cursos é contribuir para que seus alunos, futuros professores, consigam identificar e compreender as inadequações do atual contexto educativo, idealizar uma nova realidade, planejar sua construção e, sem perder o ideal de vista nas inevitáveis mudanças de rumo, construir a realidade possível. Tal tarefa requer domínio do campo de conhecimento específico,

da natureza da aprendizagem significativa e, especialmente, da natureza da aprendizagem significativa do conhecimento específico (Schulman, 1986).

Esses aspectos não foram desconsiderados na condução do ensino desenvolvido, fundamentalmente focado no processo da aprendizagem significativa, seja como meta a ser alcançada, seja como significado a ser aprendido. Ou seja, assumido como atividade meio da prática educativa, o ensino foi interpretado, conduzido e analisado na perspectiva de um processo que, envolvendo três etapas consecutivas e interdependentes (planejamento, ensino propriamente dito e avaliação), tinha como função favorecer a aprendizagem significativa dos alunos (Lemos, 2005a, b). Procurou-se evidenciar, em todas elas, a interdependência entre os cinco elementos do evento educativo: o conhecimento, o professor, o aluno, o contexto e a avaliação. Foram esses mesmos parâmetros que subsidiaram a descrição do desenvolvimento da disciplina que se segue.

1.1 – O planejamento do ensino

A natureza do conhecimento biológico possui especificidades importantes que exigem, do professor e do aluno, dentre outras coisas, compreender que sua natureza sistêmica e complexa demanda uma relação dialética entre as partes e o todo. Nenhum problema biológico, ainda que se possa discutir separadamente parte e todo sem prejuízo de suas lógicas, pode ser plenamente resolvido sem o esclarecimento tanto dos seus aspectos funcionais, das causas próximas, como dos ecológicos, evolutivos, das causas últimas (Mayr, 1998).

No caso particular da disciplina Embriologia é fundamental que o desenvolvimento embrionário, seu objeto de estudo, seja percebido como parte do processo de perpetuação dos organismos pluricelulares. Ou seja, os seres vivos pluricelulares, cuja complexidade facilita a sobrevivência do indivíduo, não podem ter a sua perpetuação limitada a processos de reprodução mais simples como, por exemplo, divisão binária. A reprodução destes organismos envolve, na maioria dos casos, a participação de gametas que unidos pelo fenômeno da fertilização³ dará origem ao zigoto, uma célula diplóide que, por meio de sucessivas mitoses e diferenciações, se desenvolverá – nas etapas embrionária e pós-embrionária – até um indivíduo adulto. É a maturidade sexual deste que lhe possibilitará produzir novos gametas, células haplóides, reproduzir e, assim, perpetuar a espécie, mantendo seu genoma e variabilidade.

Diferente do desejável, o conhecimento dos alunos no início da intervenção retratava, conforme diagnosticado no pré-teste, uma concepção pré-formista de desenvolvimento e, ausência de clareza acerca da organização sistêmica dos organismos vivos. Desta maneira, não conseguiam explicar a nutrição do conceito/embrião e tampouco perceber o desenvolvimento embrionário como um processo dinâmico, complexo que envolve fenômenos diversos e interdependentes. Também diferente do desejável, mas sobretudo retratando a realidade brasileira em geral, as demais disciplinas do curso, apesar do evidente compromisso dos profissionais e instituição, reforçando a memorização, pouco ajudavam os alunos a aprenderem significativamente os temas que ensinavam.

Pautada no contexto geográfico e institucional, no perfil dos seus alunos e comprometida com a natureza do conhecimento biológico como um todo, a disciplina procurou explorar o desenvolvimento

³ Fertilização é “uma seqüência complexa de “eventos moleculares coordenados”, que se inicia com o contato de um espermatozóide com um ovócito e termina com o embaralhamento dos cromossomas maternos e paternos na metáfase da primeira divisão mitótica do zigoto, um embrião unicelular.” (Moore e Persaud, 2000, p.32)

embrionário humano como exemplo da própria natureza geral do processo e da importância biológica da reprodução sexuada. Esperava-se que os alunos, ao final da mesma, tivessem clareza de que “o organismo unicelular, ou zigoto, divide-se muitas vezes e transforma-se, progressivamente, em um ser humano multicelular através da divisão, migração, crescimento e diferenciação celular” (Gilbert, 1997, in Moore, 2000, p.32).

Deste modo, o plano de ensino foi delineado focando as idéias centrais do tema – desenvolvimento, transformações, comunicação e diferenciação celular – e, visando ao favorecimento da aprendizagem significativa, desenvolvido com atividades que fomentassem a negociação de significados entre alunos e professor, entre alunos e alunos e entre estes e o material de ensino. Organizado em quatro etapas consecutivas e interdependentes, teve a primeira delas voltada para o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos e para uma discussão sobre o significado de evento educativo. A segunda etapa tinha como finalidade a aprendizagem da importância biológica da reprodução sexuada e dos seus processos até o fenômeno da fertilização. O terceiro momento englobava o desenvolvimento do zigoto até a formação do embrião e, ao final, na quarta etapa, objetivava-se uma breve discussão sobre embriologia comparada, enfatizando os anexos embrionários. O eixo condutor da disciplina foram as funções vitais básicas dos seres vivos: nutrição, reprodução e de relação. Por sua vez, conforme se descreverá adiante, optou-se por estratégias que fomentassem tanto a interação pessoal quanto interpessoal com o conhecimento.

1.2 – O desenvolvimento do ensino (propriamente dito)

A dinâmica geral das aulas, respeitando o objetivo de favorecer a compreensão do processo do desenvolvimento embrionário e não a memorização literal da nomenclatura específica, priorizou o contato continuado e recursivo com as idéias centrais do tema em estudo. Caracterizava-se pela antecipação do que seria estudado na aula seguinte; apresentação, por um aluno “voluntário”, de um breve relato das principais idéias discutidas na aula anterior; proposição de uma situação problema que contemplasse o objetivo da aula; discussão e comparação de modelos e/ou figuras que representavam diferentes etapas do desenvolvimento embrionário. Neste caso, a professora, sempre focando o caráter processual do fenômeno, procurava induzir a explicitação – oral e escrita – das modificações percebidas entre os diferentes estágios representados, raramente propostos na sua seqüência “(crono)lógica”. Paralelamente a este perfil de atividades, também presente nas avaliações formais, foram propostas outras, entendidas como potenciais “situações problema” visto que pretendiam o “uso” dos mesmos conceitos e fenômenos em desafios com características menos formais, mas ainda não vivenciados pelos alunos.

Finalizada a primeira etapa da disciplina, de diagnóstico, estudou-se os sistemas reprodutores masculino e feminino e a fertilização, por meio de seminário. Parte do planejamento do mesmo foi realizada em sala de aula, sob a supervisão da professora que, como fez em toda a disciplina, recomendava atenção à compreensão do fenômeno e não à memorização da nomenclatura. Os alunos participaram ativamente, demonstrando interesse pelo tema e atividade. O material por eles preparado, entretanto, refletindo seus hábitos de estudo e concepção de conhecimento, estava limitado a transparências que reproduziam os principais esquemas dos livros consultados, acompanhado de um “roteiro” para apresentação que era, em grande parte, o próprio xerox do texto com trechos grifados ou folhas de caderno com cópias de definições. As “melhores apresentações”, certamente evidenciando dedicação e preocupação com a atividade, eram marcadas por um relato memorizado do processo, inclusive da vasta nomenclatura envolvida. O debate sobre o tema, inerente à atividade, caracterizando a atitude inicial dos alunos na disciplina, começou com uma participação tímida que só foi “rompida”

com intervenção da professora. Este tópico foi finalizado com a elaboração de jogos que, com uma exceção, ao invés de focarem o processo do fenômeno, apresentavam perguntas objetivas e alternativas de respostas que, obedecendo a lógica da referência tomada, o “Show do Milhão”⁴, favoreciam a identificação da resposta correta.

O desenvolvimento embrionário, estudado na terceira etapa da disciplina, além da dinâmica descrita, foi trabalhado com as situações problema que, pelo perfil lúdico e ou familiar, como a discussão da coerência teórica dos conceitos biológicos presentes no filme *Waterworld*⁵, pretendiam favorecer a consolidação do conhecimento aprendido. O debate sobre o filme, realizado com grande envolvimento dos alunos, que então já expressavam mais livremente suas interpretações e dúvidas, evidenciou muitas concepções alternativas dos mesmos, mormente as relacionadas com as funções vitais dos seres vivos. Eles não conseguiram explicar, por exemplo, o papel do sistema circulatório no transporte de gases quando descreveram a cena em que o ator principal – “mutante” – garante, pela respiração boca a boca, o oxigênio à personagem – “não mutante” – no fundo do mar.

Finalmente, o estudo dos anexos embrionários dos animais vertebrados foi realizado por meio da elaboração de um quadro cujo eixo norteador era as estratégias de nutrição dos embriões. A atividade final da disciplina, também visando a favorecer a consolidação das idéias aprendidas pelos alunos e a obtenção de dados sobre a natureza do conhecimento dos mesmos no final da disciplina, envolvia a elaboração de uma carta (Lemos, 2005b) que, destinada a não especialistas, deveria relatar o desenvolvimento embrionário sem o uso dos conceitos específicos, apenas com a descrição do fenômeno.

Considerando o propósito de discutir os aspectos que comprometeram a aprendizagem dos alunos ao longo da disciplina e que, por problemas de espaço, as atividades e falas não puderam ser descritas, vale sintetizar que: (i) o ensino foi planejado, desenvolvido e avaliado, com vistas a ser potencialmente significativo (Ausubel et al, 1980); (ii) os alunos, ao longo de todo o processo, demonstraram grande interesse pelo tema, pelas atividades propostas e, participando ativamente, constantemente o relacionava com suas histórias de vida e (iii) apesar do referido envolvimento, os alunos também apresentaram dificuldade para se despirem da preocupação com os nomes (conceitos), com a reprodução literal do conteúdo e, em decorrência, para perceberem os fenômenos estudados como um processo de interação entre diferentes eventos.

1.3 – A Avaliação do ensino

A avaliação, como se pretendeu evidenciar, esteve presente em todas as etapas do ensino, subsidiando o seu planejamento, as decisões da professora no desenvolvimento da disciplina e, ao final, como uma etapa para avaliar, além da aprendizagem dos alunos, os demais elementos do evento educativo. O pressuposto que orientou as decisões inerentes ao **o que** e **como** avaliar foi que a capacidade de utilizar um conhecimento em uma nova situação e de expressá-lo com uma linguagem pessoal são evidências de aprendizagem significativa (Ausubel et al, 1980). Além disso, levando-se em conta que identificar a natureza do conhecimento do aluno, objeto ao qual não se tem acesso direto, é

⁴ Programa de televisão que premia participantes conforme número de acertos à questões de “múltipla escolha” cujas alternativas erradas, em geral pouco relacionadas com o tema, costumam “induzir ao acerto”.

⁵ Universal Pictures (EUA), 1995, roteiro de Peter Rader e David N. Twohy, direção de Kevin Reynolds e produção de Kevin Kostner, John Davis, Charles Gordon e Lawrence Gordon. Disponível em:

<<http://adorocinema.cidadeinternet.com.br/filmes/waterworld/waterworld.htm>>. Acesso em novembro de 2005.

uma tarefa complexa que exige a confrontação de diferentes indicadores, as atividades propostas foram diversificadas e numerosas.

Tal decisão, além de fomentar a reflexão recursiva dos temas tratados, permitiu, por um lado, melhor acompanhamento da evolução do conhecimento do aluno e, por outro, uma análise mais acurada sobre o modo como eles percebiam, interpretavam, utilizavam e se apropriavam (ou não) dos significados aos quais eram apresentados. Além das falas e ações dos alunos no cotidiano das aulas, os principais instrumentos de avaliação utilizados foram os seminários, provas bimestrais, pré e pós-teste e as situações problema acima elencadas. As provas bimestrais, também com questões abertas e fechadas, sempre tinham perguntas que, no estilo das situações problema, pretendiam um discurso mais pessoal e espontâneo dos alunos. Foi a avaliação dessas questões que, pelo caráter qualitativo da análise, proporcionou os principais subsídios para a discussão e compreensão do processo.

O conhecimento dos alunos no início da disciplina, conforme antecipado, estava aquém do que se espera de um egresso do Ensino Médio, nível escolar que antecede a graduação no nível superior. Sua estrutura inicial era representada por idéias soltas, fragmentadas e, muitas vezes, errôneas. Entretanto, ao longo do processo, conforme evidencia as avaliações realizadas, especialmente as formais, que pressupõem estudo prévio do tema, evidenciaram importante avanço do conhecimento dos alunos (Lemos, 2006, 2008). É possível identificar, no conjunto das atividades, várias evidências de que a natureza do conhecimento biológico dos alunos passou a apresentar, ainda que com ligações fracas, significados mais gerais, integradores e válidos na perspectiva da área.

Um exemplo é o conceito de homeostase, uma das idéias centrais da Biologia (Novak, 1970) e que, subjacente ao conteúdo da disciplina, era essencial para a aprendizagem do mesmo. A dificuldade de “olhar” os fenômenos biológicos de forma mais integrada e de pensar os organismos vivos como sistemas em equilíbrio dinâmico, foi sendo minimizada ao longo das várias atividades. Ao ser recursivamente abordado, o significado do conceito era reiterado e, em conseqüência, a importância de se pensar (e analisar) os fenômenos biológicos de forma integrada ia sendo percebida. Esse crescimento dos alunos, que não se deu de forma linear, pode ser percebido nas atividades que lhes permitiram, por exemplo, relacionar o sistema endócrino (hormônios) com a formação dos gametas e a fase inicial do desenvolvimento embrionário, especialmente a implantação [seminários sobre sistema reprodutor, carta sobre o desenvolvimento embrionário]; o metabolismo energético, especialmente a demanda energética, com os sistemas digestório, respiratório, circulatório, excretório [discussão do filme, anexos embrionários], dentre outras relações.

Por outro lado, os alunos apresentaram, desde o início da intervenção, uma atitude ativa, interessada e comprometida com o estudo. Durante as aulas eles respondiam as atividades de sondagem, participavam das discussões e, principalmente, demonstravam grande interesse em entender o que a professora lhes apresentava e desejava deles. As atividades extra-classe também eram realizadas com empenho e com atenção tanto à apresentação quanto à natureza da tarefa solicitada. As avaliações formais, fossem as provas bimestrais ou as atividades que, como os seminários e jogos elaborados, lhes atribuiriam alguma nota, eram efetivamente vividas como momentos “solenes” para os quais se preparavam com dedicação e esmero.

Essa conduta, porém, nem sempre garantia o melhor aproveitamento das atividades propostas. Os alunos, na atividade do jogo, por exemplo, interpretaram a tarefa a partir das suas concepções prévias sobre aprendizagem, ensino e conhecimento biológico e, portanto, antes dos aspectos inerentes ao caráter sistêmico do fenômeno, centraram-se nas definições. Deste modo, a fertilização foi contemplada nos seus mínimos detalhes (conhecimento cumulativo e inquestionável) e a “melhor”

estratégia para abordá-la seria o esquema do questionário que, adequado ao perfil do “Jogo do Milhão”, era favorável à memorização. Há que se ressaltar, todavia, que houve, ao longo da disciplina, paulatina modificação dos seus hábitos de estudo, incremento da participação nas aulas, redução do medo de errar e da reclamação sobre a diversidade de atividades e do perfil não memorístico dos instrumentos de avaliação.

Resumindo, o avanço do conhecimento dos alunos no final do processo era inquestionável. Eles falavam com maior segurança sobre o tema, as provas quase não apresentavam respostas em branco e o índice de acerto era alto. Entretanto, a avaliação das atividades e ou questões de prova que fugiam ao padrão das que se tornaram mais freqüentes na disciplina, também indicam que os mesmos, ao final do processo, ainda utilizavam o conhecimento que já possuíam antes da intervenção. Ou seja, o avanço do conhecimento, embora expressivo, não foi suficiente para que este grupo de alunos, em situações que lhes eram desconhecidas e que, de alguma maneira, se distanciavam do perfil da avaliação formal da disciplina – interpretação de charges, discussão de um filme, elaboração de jogos (Lemos, 2008), redação de uma carta (Lemos, 2005b, 2008) – deixassem de usar os conhecimentos prévios que, neste caso, eram incoerentes com a perspectiva científica e com os novos significados ensinados. São os aspectos que determinaram esse resultado que se procurará compreender a seguir.

2 – O processo da aprendizagem na disciplina Embriologia: reflexões sobre possibilidades e limitações do ensino

Responder a questão aqui proposta parece ser um bom caminho para se refletir sobre os aspectos que comprometem o aprender da biologia no nível superior. Assim, considerando a descrição até aqui realizada, pergunta-se: *será que o ensino da disciplina Embriologia – planejado, desenvolvido e avaliado com base na Teoria da Aprendizagem Significativa – favoreceu a aprendizagem significativa sobre o desenvolvimento embrionário pelos alunos?*

Conforme reiterado, a análise das atividades realizadas indica que, antes da possibilidade de respostas literais – sim ou não –, o conhecimento dos alunos passou a se caracterizar pela coexistência entre as novas idéias ensinadas e as que já possuíam no início da intervenção. A alternância no uso desses conhecimentos, indicador da referida “convivência”, parece decorrer da natureza das demandas apresentadas. Isto é, no contexto da disciplina, onde predominavam as atividades formais, os alunos usavam o “novo conhecimento”, mas o faziam por meio de um discurso mais “úmido”, centrado na linguagem formal e pouco relacionado com suas experiências cotidianas. A apresentação de seminários e as questões das provas que, embora abertas, eram similares às atividades comparativas entre os estágios do desenvolvimento embrionário realizadas em sala de aula, são alguns desses exemplos.

Por outro lado, quando as demandas, ainda que no contexto das atividades formais da disciplina, envolviam situações que lhes eram inéditas e ou lhes desafiavam, a estratégia era recorrer aos seus “conhecimentos antigos” para dar conta delas. Essa atitude, que os conduzia ao uso de idéias que, muitas vezes, contradizia as recém-ensinadas, era ainda mais evidente quando as atividades, mesmo as que se caracterizavam como situações ainda não vivenciadas, eram por eles percebidas como familiares (ou não formais). Nestes casos, expressavam-se mais livremente e possibilitavam maior e melhor acesso à natureza do conhecimento que possuíam. São exemplos dessas situações as questões de provas que, diferindo das do padrão das aulas, solicitavam explicações “pessoais”, atividades de sondagem realizadas no início das aulas, a carta redigida para relatar o desenvolvimento embrionário, a discussão feita a partir do filme *Waterworld*, dentre outras.

Sintetizando o exposto, a diversidade de atividades propostas parece ter comprometido positivamente o ensino, pois favoreceu a interação dos alunos com o conhecimento e, simultaneamente, a avaliação do conhecimento dos mesmos. A natureza do conhecimento dos alunos diagnosticada pelas avaliações, nas suas “duas versões”, corroborando a idéia de evolução conceitual de Toulmin (1977), se apresentava como um “conhecimento vivo” que, como tal, é complexo e passível de “encontrar” situações (ambientes) que lhes garantam sobrevivência. A versão prévia ao ensino, mais antiga e melhor organizada (na estrutura cognitiva) que a nova, parecia mais bem “adaptada” e, portanto, com maior possibilidade de “perpetuação”.

Como responder, então, a pergunta aqui proposta? “Não favoreceu a aprendizagem significativa” poderia ser a resposta se a análise estivesse limitada à comparação do perfil idealizado no plano oficial (institucional e legal) com o desse grupo de alunos ao final da intervenção ou, ainda, se o parâmetro fosse o “não abandono total” do uso dos conhecimentos alternativos. Os alunos, quase sempre, utilizavam o novo conhecimento em situações formais que, no contexto da disciplina, exigiam pouca alteração da estrutura do conhecimento originalmente “aprendida”. Esse tipo de procedimento, somado ao uso dos conhecimentos antigos nas situações que lhes eram inéditas e ou desafiadoras, evidencia, nos moldes da aprendizagem mecânica, pequeno domínio das idéias ensinadas e, portanto, poderia ser tomado como justificativa para se afirmar que o ensino realizado não favoreceu a aprendizagem significativa dos mesmos.

Todavia, tal diagnóstico desconsidera o próprio significado da aprendizagem significativa, particularmente o aspecto afetivo e de “engrandecimento humano” (Novak, 2000) que o caracteriza. Concebendo-se o conhecimento como um instrumento (pessoal) de intervenção social, é natural que os sujeitos, diante de situações ainda não vivenciadas, recorram aos seus próprios conhecimentos tanto para analisá-las quanto para decidirem como proceder. Assim, especialmente nas situações que denotam algum “estresse/desequilíbrio”, as opções tendem a seguir o caminho mais seguro e este, antes de ser o correto (cientificamente validado), corresponde ao familiar, ao que é, na perspectiva pessoal, útil, lógico, funcional e, por isso, válido. Além disso, o diagnóstico negativo acima referido desconsidera também que avaliar o “ponto de chegada” de qualquer ensino implica considerar, além das metas idealizadas e assumidas, o “ponto de partida”.

No presente caso, a natureza do conhecimento sobre aprendizagem, ensino e conhecimento biológico que os alunos apresentavam no início da intervenção, embora divergente da entendida como ideal, era estável e organizada, porque fruto de aprendizagem significativa realizada ao longo de suas vidas. Eles começaram com poucos subsunçores apropriados para aprender Biologia na perspectiva ensinada e, como se sabe, eram as suas concepções iniciais que serviam de base para a percepção das idéias do que era ensinado. Não se pode, então, responder a questão proposta sem considerar que a avaliação realizada também evidenciou expressiva evolução do conhecimento dos alunos em relação ao que possuíam inicialmente. Eles passaram a utilizar os significados ensinados e, embora ainda não o fizessem com a autonomia que um conhecimento aprendido de forma significativa possibilita, o faziam adequadamente. Somado a isso, demonstravam, em diferentes falas, percepção pessoal da própria aprendizagem e reconhecimento da segurança que o domínio do conhecimento aprendido lhes proporcionava.

Diante deste quadro – que também permite a resposta “Sim, o ensino favoreceu a aprendizagem significativa” – parece pouco pertinente restringir a presente reflexão ao “sim” ou “não”. A aprendizagem é um fenômeno processual e a natureza do conhecimento apresentado pelos alunos, naquele momento de suas vidas, ainda que fosse o momento final da intervenção, caracterizava-se como um produto provisório diagnosticado em um momento não final da formação dos mesmos. Como

tal, tanto poderia tender à evolução das idéias recém-aprendidas quanto das anteriores e as experiências/contextos – situações (Vergnaud, 1990) – seguintes seriam os principais determinantes sobre os significados que “sobreviveriam”. Surge, então, mesmo antes da resposta que se busca, uma segunda questão: *que relação existe entre o ensino realizado e a atuação e aprendizagem do aluno nesta disciplina particular?* Ou, em outras palavras, *que comprometimentos dificultaram e ou favoreceram a aprendizagem significativa desses alunos?*

Continuando a usar a inter-relação entre os cinco elementos do evento educativo como eixo desta reflexão, vale lembrar que o aluno ideal, na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa, é aquele que, ciente da sua co-responsabilidade no processo educativo, se empenha em negociar, compartilhar e aprender significativamente as idéias ensinadas. Na própria linguagem da teoria, o aluno ideal é aquele que tem intencionalidade para aprender significativamente.

A ativa participação nas aulas, inclusive com questionamentos que indicavam reflexão com e sobre os temas estudados, indica que os alunos, ainda que de forma não consciente, buscavam negociar os significados e aprendê-los. A intencionalidade para aprender também podia ser percebida quando “espantavam-se” ao perceberem que as respostas esperadas nas avaliações e ou discussões orais eram mais simples do que as longas e complexas explicações que tentavam elaborar. Tal fato demonstra que os alunos negociavam os significados ensinados e, ao compartilhá-los, os avaliavam para “decidirem” se lhes interessariam aprendê-los ou não.

Resumindo, os alunos eram, na maior parte do tempo, participativos, interativos, responsáveis e (mentalmente) ativos, ou seja, apresentavam intencionalidade para aprender. Entretanto, diferente do que preconiza a aprendizagem significativa, suas ações indicam que dedicavam-se, principalmente, à aprendizagem mecânica, atitude que pode ter prejudicado a evolução do conhecimento dos mesmos. Depreende-se daí que *a intencionalidade para aprender foi um aspecto que comprometeu o aprender da biologia* deste grupo de alunos. Comprometeu positivamente, pois na ausência dela, muito provavelmente, o novo conhecimento, se captado, teria evoluído ainda menos e o uso e consolidação das concepções errôneas seriam maiores. Depreende-se também, porém na tendência oposta, que *a intencionalidade para aprender, quando direcionada para a aprendizagem mecânica, compromete negativamente a evolução da aprendizagem significativa.*

Seguindo o desafio de compreender a relação entre o ensino e a aprendizagem dos alunos parece necessário resgatar duas idéias que caracterizam o conceito central da Teoria da Aprendizagem Significativa: a aprendizagem se efetiva a partir de um conhecimento pré-existente e corresponde a uma ação pessoal e intencional que – sempre – é precedida pela captação de significados (Gowin, 1981).

Refletindo-se sobre a relação entre intencionalidade para aprender e a natureza do conhecimento evidenciada no início e ao final do processo, fica claro que os alunos “leram” as novas idéias a partir dos conhecimentos que possuíam. Explica-se, deste modo, porque a percepção da lógica conceitual dos fenômenos estudados no processo da negociação de significados das aulas, embora explicitasse captação de significados, algumas vezes não se convertia em aprendizagem significativa, em outras se convertia em aprendizagem mecânica (às vezes com evidências iniciais de aprendizagem significativa) e, em algumas outras, era desprezada (porque decidiam não aprender).

A atividade que envolveu a criação de um jogo abordando o fenômeno da fertilização (Lemos, 2008) ilustra o que se diz. Ela, além disso, exemplifica a importância da concepção de aprendizagem no processo educativo e na qualidade do “produto” que produz. Se esses alunos tivessem iniciado a

disciplina com concepções de aprendizagem coerente com a da aprendizagem significativa, é muito provável que a intencionalidade para aprender dos mesmos não estivesse voltada, como aconteceu, para a aprendizagem mecânica e, por isso, talvez o aproveitamento dos mesmos tivesse sido melhor.

O ensino da disciplina Embriologia, considerando o perfil dos alunos e a natureza do conhecimento que apresentavam, precisou focar tanto a apresentação dos novos significados, validados na área, quanto de situações que lhes possibilitassem perceber as inadequações (e eventuais adequações) dos seus conhecimentos prévios para a solução das mesmas. Era necessário, portanto, que as idéias inadequadas tivessem o seu uso diminuído por parte dos alunos ao mesmo tempo em que as novas idéias passassem a ser percebidas, “captadas”, relacionadas entre si e, com a gradativa consolidação (aprendizagem), utilizadas (em ambiente escolar e não escolar).

Assim, corroborando a discussão anterior, é preciso maior atenção para a explicação ausubeliana sobre as condições para a ocorrência da aprendizagem significativa. No presente caso, “considerar o que o aluno já sabe e ensinar de acordo” implicava atentar que as idéias alternativas que compunham a estrutura cognitiva dos alunos precisavam ser “confrontadas”. Ou seja, para além da intencionalidade para a aprendizagem significativa (e não mecânica) e da apresentação de um material potencialmente significativo, era fundamentalmente necessário oportunizar aos alunos situações que lhes permitissem perceber inadequações nos seus conhecimentos prévios.

A análise do processo “diz” que, embora as referidas condições tenham sido contempladas, os alunos não alcançaram o ponto do *continuum* esperado para este nível de ensino e, além disso, que eles permaneceram usando (e acreditando em) muitas das idéias cuja incoerência teórica o ensino buscou fazê-los perceber. Deste modo, assumindo que professora e alunos se empenharam no sucesso do evento educativo, cabe refletir porque o resultado – conhecimento aprendido – está aquém do ideal desejado.

Revisitando o exposto, percebe-se prioridade à interpretação da aprendizagem significativa como produto. Isto é, o foco da análise, até o momento, foi a relação entre os significados (conhecimento) ensinados e os diagnosticados como aprendidos em um dado momento (do ano letivo) e contexto (da disciplina). Foi a partir dessa perspectiva que se afirmou que, apesar do ensino potencialmente significativo, os alunos apenas evidenciaram captação dos significados e, algumas vezes, ocorrência inicial de aprendizagem significativa.

Esse olhar é, porém, insuficiente. É preciso considerar que a aprendizagem significativa, além de produto – sempre provisório – é também processo e que o evento educativo, conforme ressalta Novak (2000), corresponde a uma “ação voltada para a negociação de significados e sentimentos entre professores e alunos”. Agregando esta perspectiva à do episódio de ensino (Gowin, 1981), poderia-se dizer que a decisão de aprender significativamente dependerá, além da prévia captação e compartilhamento de significados (aspecto que determina se o episódio de ensino foi bem ou mal sucedido), tanto da natureza do conhecimento prévio do aprendiz quanto dos aspectos afetivos que permearam a referida situação.

No presente caso, os alunos, explicitaram, especialmente quando avaliaram a disciplina, bastante prazer com a experiência vivenciada e com a percepção pessoal da melhor qualidade do conhecimento construído (aprendido) ao longo da disciplina. Todavia, apesar dessa percepção, seus discursos e ações permaneciam priorizando as ações do professor – ou as atividades a serem realizadas – e não os significados (biológicos) ensinados.

Em síntese, o relato da intervenção, a análise das atividades dos alunos e a interpretação da natureza da aprendizagem que apresentaram ao longo da mesma evidenciam que o aspecto cognitivo foi o principal comprometimento para a evolução do conhecimento dos mesmos. Assim, sem uma concepção de aprendizagem coerente com o significado de aprendizagem significativa, os alunos se

era o caso do presente estudo, um ano letivo (ou uma disciplina) de um curso superior é um tempo muito curto para modificar as concepções que levaram cerca de onze anos para serem construídas.

Estas dificuldades, evidenciando o caráter sistêmico do processo educativo, permitem o uso do resultado obtido – foram as concepções de ensino, aprendizagem e sobre as idéias centrais da Biologia que comprometeram a evolução dos conhecimentos dos alunos – para exemplificar a relação entre a natureza do significado da aprendizagem significativa e a do conhecimento biológico no ensino. O conceito aprendizagem significativa, precede – ainda que não prescindida – o domínio do conteúdo específico, pois determina o tipo de relação que professor e aluno estabelecem com o tema que “ensinam e aprendem”. Por essa mesma razão, defende-se que a Educação Básica, antes de ensinar conceitos específicos – fundamentais na sua missão – deve se comprometer em favorecer a aprendizagem sobre como se aprende significativamente e sobre os significados mais gerais e relevantes das várias disciplinas.

Acredita-se que, caso esse grupo particular de alunos, ao invés das concepções alternativas que possuíam, tivessem iniciado a disciplina com poucos significados do conhecimento biológico, mas com uma concepção de aprendizagem coerente com a da aprendizagem significativa, o resultado final teria sido muito melhor. Se seus conhecimentos sobre biologia fossem soltos, fragmentados e memorizados, mas com significados mais próximos dos aqui assumidos como ideal, o ensino precisaria se dedicar à evolução do conhecimento e não, como aconteceu, à percepção das incoerências dos seus conhecimentos prévios para explicar a reprodução e o desenvolvimento embrionário.

Constata-se, deste modo, que o aprender da biologia no contexto da educação formal é comprometido pelos elementos do evento educativo e, mais especificamente, pelos aspectos diretamente relacionados às condições para a ocorrência da aprendizagem significativa, conforme preconizado por Ausubel. Entretanto, o estudo aqui analisado revela que, mais do que a influência isolada, é o produto da interação destes aspectos que determina se a natureza do comprometimento será positiva ou negativa. Assim, desenvolver uma disciplina fundamentada em um referencial teórico pouco coerente com as “teorias” que orientam o curso e contexto como um todo, diminui ainda mais a potencialidade da influência da mesma na formação dos alunos.

Os resultados também indicam a necessidade de se ampliar a atenção para a natureza do conhecimento prévio do aluno, comumente interpretada e analisada na perspectiva do conteúdo específico, como se a concepção de aprendizagem que subsidia as ações de quem ensina e aprende não compromettesse o processo.

Tudo isso aponta, uma vez mais, para o contexto educativo como um todo. Não se pode pensar a sala de aula, ou qualquer episódio de ensino (Gowin, 1981), isolada do seu contexto institucional, social, geográfico e político. Cada episódio de ensino é idiossincrático porque se constrói a partir das histórias de vida dos sujeitos que o constitui, inclusive aqueles que dele participam de forma indireta como, por exemplo, os dirigentes das instituições de ensino, os que definem os aspectos legais que regem o seu cotidiano, aqueles que elaboram os materiais de ensino (artigos, livros didáticos, etc) e os pesquisadores, sejam os que produzem o conhecimento da área específica que se ensina, sejam os que investigam sobre o processo educativo.

Concluindo, a principal responsabilidade do ensino de Biologia é, respeitando a natureza do conhecimento biológico, oportunizar aos alunos (a) aprenderem – significativamente – o significado do conceito de aprendizagem significativa; (b) assumirem este tipo de aprendizagem como meta do processo educativo em geral e da própria formação em particular e (c) compreenderem, considerarem,

praticarem e respeitarem as implicações didáticas que tal significado impõe à condução do ensino da biologia. Dá-se, atualmente, no ensino e na investigação sobre o ensino, pouca atenção ao processo da aprendizagem significativa e, mais especificamente ao tipo de comprometimento que a natureza do seu significado – presente ou ausente ou inadequada ou todas essas possibilidades coexistindo – provoca no processo da aprendizagem da biologia (e demais disciplinas) e da investigação do seu processo.

Referências

- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. (1980) Tradução E. Nick et tal. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.
- BORGES, E.L. (1997) Os mapas conceituais como facilitadores da aprendizagem significativa em Biologia Celular. In: Zylberstajn, A.; Moreira, M.A. et al. (Orgs.). *I Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências*. Atas do I Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências. Porto Alegre, RS: Instituto de Física Da UFRGS, p. 232-237.
- BORGES, E.L. (1999) Os mapas conceituais como Instrumentos de avaliação formativa. In: ABRAPEC - Associação Brasileira de Pesquisadores em Ensino das Ciências (Org.), *II Encontro Nacional de Pesquisas em Ciências*. Anais do II Encontro Nacional de Pesquisas em Ciências, CD-ROM. Valinhos, SP: ABRAPEC, p. 232-236.
- CHEVALARD, Y. (1999) *El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico*, p. 221-266.
- GAGLIARDI, R. (1986) Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Revista Enseñanza de las ciencias*, 4(1), p. 30-35.
- GOWIN, D.B. (1981) *Educating*. New York: Cornell University Press.
- LEMOS, E.S. (2005a) (Re)situando a teoria de aprendizagem significativa na prática docente, na formação de professores e nas investigações educativas. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 5(3), p. 38-51, 2005a. Disponível em: <<http://www.fc.unesp.br/abrapec/revista.htm>>. Acesso em 15/03/2005.
- LEMOS, E.S; MOREIRA, M.A. (2005b) A avaliação da aprendizagem Significativa: um exemplo com a Embriologia. In: Nardi, R et al. (Orgs.). *V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 2005, Bauru, SP. Atas do V ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências. Bauru, SP: ABRAPEC, 2005. CD-ROM.
- LEMOS, E.S. (2006) A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. *Série Estudos - Revista do Mestrado em Educação da UCDB*, 21, pp. 53-66.
- LEMOS, E.S. (2008) *El aprendizaje significativo y la formación inicial de profesores de Ciencias y Biología*. Tese (Doctorado enseñanza de las ciencias) - Departamento de Didácticas Específicas. Espanha: Universidad de Burgos, 2008.
- MASINI, E.; MOREIRA, M.A. (orgs) (2008) *Aprendizagem Significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. 1ª.ed. São Paulo: Vetor Editora Psico-Pedagógica Ltda, v. único.
- MAYR, E. (1998) *O Desenvolvimento do Pensamento Biológico: diversidade, evolução e herança*. Tradução I. Martinazzo. Brasília: UnB.
- MOORE, K.L.; PERSAUD, T.V.N. (2000) *Embriologia Básica*. Tradução I. Vugman; M. C. Engelhardt. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

MOREIRA, M.A. (1999) *Aprendizagem Significativa*. Brasília: UnB.

MOREIRA, M.A. (2000) Aprendizagem significativa subversiva. In: Moreira, M.A. et al (Orgs.). *III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa. Lisboa: Peniche, p. 33-45.

MOREIRA, M.A. (2006) *A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: UnB.

NOVAK, J.D. (1970) *The improvement of Biology Teaching*. New York: The Bobbs-Merrill Company, Inc.

NOVAK, J.D. (1981) *Uma teoria de Educação*. Tradução Marco Antonio Moreira. São Paulo: Pioneira.

NOVAK, J.D. (2000) *Aprender, criar e utilizar o conhecimento: mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas*. Tradução Ana Rabaça. Lisboa: Plátano.

SCHULMAN, L.S. (1986) Those who understand: knowledge growth. *Teaching Educational Researcher*, 15(2), p. 4-14.

TOULMIN, S. (1977) *La comprensión humana: el uso colectivo y la evolución de conceptos*. Tradução Néstor A. Míguez. Madrid: Alianza.

VERGNAUD, G. (1990) La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des Mathématiques*, 10 (23): 133-170.