

A AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM BIOLOGIA: UM EXEMPLO COM A DISCIPLINA EMBRIOLOGIA¹ (Evaluation of meaningful learning in biology: an example in embryology)

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

Programa de Pós-graduação em Ensino em Biociências e Saúde, IOC/Fiocruz

Marco Antonio Moreira [moreira@if.ufrgs.br]

Instituto de Física

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Caixa Postal 15051, Campus

91501-970 Porto Alegre, RS

Resumo

O presente trabalho apresenta a análise da atividade final realizada para avaliar a aprendizagem dos alunos na disciplina Embriologia, ministrada em um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. A disciplina, planejada, desenvolvida e avaliada com base na Teoria de Aprendizagem Significativa (Ausubel et al., 1980), priorizou as ideias centrais do tema, considerou os conhecimentos prévios dos alunos e adotou estratégias que lhes oportunizassem interagir com aquelas ideias em diferentes momentos e formas. A atividade – redação de uma carta relatando o desenvolvimento embrionário – foi proposta por acreditarmos que o seu caráter informal minimiza a preocupação do aluno com a linguagem científica e, portanto, favorece a explicitação de evidências de aprendizagem significativa. Os resultados evidenciam que os alunos, ainda em processo de formação, ampliaram o conhecimento mas ainda recorrem a significados de senso comum para explicar o tema. Ao final, são feitas algumas considerações sobre o resultado obtido.

Palavras-chave: aprendizagem significativa; ensino; avaliação; embriologia; formação de professores.

Abstract

The present work analyses the final evaluation activity performed in order to assess the learning of students of the discipline of Embryology in a Biological Sciences Course. The discipline, planned, developed and evaluated under the Theory of Meaningful Learning (Ausubel et al., 1980), considered previous knowledge of students and adopted strategies allowing students to interact with the same ideas in different moments and ways. Writing a letter reporting the embryonic development to a supposed mother has been proposed to the students to be evaluated believing that the informal character of such activity would minimize the degree of concern with the scientific language and with the use of technical terms, thus favoring them to be explicit on the evidences of the meaningful learning. The results have shown that, even having amplified their knowledge after taking the discipline, the evaluated students, which are still in a formation university process, need yet to appeal for the help of terms of general use and to resort common sense meanings. The data are discussed in the light of the Ausubel's theory.

Keywords: meaningful learning; teaching; evaluation; embryology; teacher education.

Introdução

As ações de ensinar e de aprender ganharam uma nova perspectiva quando David Ausubel, em 1963, propôs o conceito de aprendizagem significativa. Até então, falávamos de aprendizagem

¹ Versão revisada do trabalho apresentado no **V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, ocorrido em 2005 na cidade de Bauru, SP e publicado nas atas do evento: Nardi, R et al. (Orgs.). *V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 2005, Bauru, SP. Atas do V ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Bauru, SP: ABRAPPEC, 2005. CD-ROM.

e de não aprendizagem como resultado do ensino enquanto atualmente, apesar de ainda ser uma realidade a se construir, quando se assume a ocorrência de aprendizagem, ela é analisada como um ponto no *continuum* entre a aprendizagem significativa e a mecânica.

A aprendizagem significativa é um processo no qual o indivíduo relaciona uma nova informação de forma não arbitrária e substantiva com aspectos relevantes já presentes em sua estrutura cognitiva (Ausubel et al., 1980). São esses aspectos relevantes, denominados subsunçores ou ideias âncora, que ao interagirem com a nova informação dão significado para a mesma. Neste processo de interação, que não deve ser interpretado como uma simples ligação, os subsunçores modificam-se, tornando-se progressivamente mais diferenciados, elaborados e estáveis.

O processo de aprendizagem e o seu produto (significado aprendido), por implicarem atribuição pessoal de significado para as ideias que são percebidas, processadas e representadas mentalmente, têm um caráter idiossincrático que, por sua vez, determinará o modo como o indivíduo se relacionará com o meio ou, nas palavras de Novak (2000), o seu modo de sentir, de pensar e de agir. Desse modo, quanto mais estável e organizada for a estrutura cognitiva do indivíduo, maior a sua possibilidade de perceber novas informações, realizar novas aprendizagens e de agir com autonomia na sua realidade.

Por outro lado, quando a estrutura cognitiva do indivíduo tiver poucos ou não possuir subsunçores diferenciados e estáveis para ancorar (subsumir) a nova informação, o indivíduo a armazenará de forma literal e não substantiva, ou seja, realizará aprendizagem mecânica. O conhecimento aprendido mecanicamente pode ir, paulatinamente, sendo relacionado com novas ideias e reorganizado na estrutura cognitiva caso o sujeito continue interagindo com a nova informação. É esse caráter processual que expressa a não dicotomia entre as aprendizagens mecânica e significativa.

A aprendizagem, entretanto, não é um fenômeno isolado. Ela, mesmo quando pensamos em aprendizagem motora e afetiva (Moreira, 1999a), relaciona-se a um determinado *corpus* de conhecimento e diagnosticar se os significados aprendidos correspondem aos ensinados não é tarefa fácil. O ato de ensinar e de aprender, sem relação direta de causa e efeito, é caracterizado pela interação de diferentes representações sobre um mesmo conhecimento: a do professor, a do aluno e a do material de ensino (Gowin, 1981). O conjunto dessas representações, com aspectos particulares e comuns, vão determinar a identidade do evento educativo cujo objetivo, a ocorrência de aprendizagem significativa, depende que os significados (representados) sejam previamente captados e compartilhados. Tal aspecto evidencia o caráter complexo e dinâmico do ensino e aponta para a importância da avaliação nas suas diferentes etapas: o planejamento, o ensino propriamente dito e a avaliação final.

A avaliação, para Ausubel et al., é importante em todas as etapas do ensino, ou seja, no início, no meio e no fim e *significa emitir um julgamento de valor ou mérito, examinar os resultados educacionais para saber se preenchem um conjunto particular de objetivos educacionais* (1980, p.501). Os autores ressaltam que o resultado da avaliação final só tem valor para evidenciar até que ponto os objetivos educacionais foram alcançados e que na prática, temos um fracasso educacional porque, sem a definição prévia dos objetivos, acaba-se agindo aleatoriamente. A definição dos objetivos educacionais, por sua vez, deve considerar os fatores contextuais, pessoais e da própria natureza do conhecimento a ser aprendido.

Foi com base nesses pressupostos, marcadamente a Teoria de Aprendizagem Significativa (Ausubel et al., 1980), que desenvolvemos a disciplina Embriologia do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas de uma instituição privada de ensino superior situada no estado do Mato Grosso do Sul, região centro-oeste do Brasil. Neste artigo, apresentaremos apenas a análise do

instrumento de avaliação utilizado ao final da intervenção que integra uma investigação mais abrangente sobre a formação inicial de professores de Ciências e Biologia. Nossa intenção é, com base no resultado desta avaliação, relacionar o conhecimento dos alunos com os aspectos contextuais e afetivos que envolveram o desenvolvimento da disciplina e a aprendizagem dos mesmos.

Para tanto, caracterizando o ensino como um processo que engloba três etapas interdependentes, já citadas acima, faremos um breve relato do planejamento e do desenvolvimento da disciplina. Em seguida apresentamos o instrumento de avaliação e a análise do mesmo e, ao final, considerando o resultado obtido, faremos algumas considerações sobre o processo de ensino e de aprendizagem em geral e a formação de professores em particular.

O ensino como uma atividade meio para o aluno aprender

O ensino é uma atividade complexa e dinâmica que se efetiva em um ambiente particular, visando a aprendizagem que, por sua vez, é um processo pessoal decorrente de relações sociais, afetivas e cognitivas. O evento educativo, interpretado na perspectiva da Teoria de Aprendizagem Significativa, constitui-se como um fenômeno idiossincrático cuja identidade resulta da interação de cinco elementos: o professor, o aluno, o conhecimento, o contexto e a avaliação. São as especificidades desses elementos, particularmente do professor e do aluno, que determinarão o que deverá ser ensinado e aprendido. Desse modo, o **ensino** não é, como costumeiramente interpretado e praticado, a finalidade do processo educativo mas o **meio** pelo qual a aprendizagem significativa do aluno é favorecida (Lemos, 2006, 2008a).

Assumir a interdependência entre os elementos do evento educativo e o seu caráter contextual, implica compreender o ensino como um processo que, objetivando “o favorecimento da aprendizagem do aluno”, envolve o planejamento, a situação de ensino propriamente dita e a avaliação (Lemos, 2005, 2008). O **planejamento** tem como meta a construção do material potencialmente significativo e, para tanto, faz-se necessário diagnosticar as características do contexto onde se efetivará, a natureza do conhecimento do aluno e do *corpus* de conhecimento que se deseja aprendido. Tal diagnóstico, produto de avaliação, possibilitará a tomada de decisão sobre o que o aluno deverá aprender, sobre qual será a estratégia mais adequada e subsidiará a preparação ou seleção dos recursos instrucionais necessários.

O segundo momento, a **situação de ensino** propriamente dita, deve garantir a negociação e o compartilhamento de significados. A aprendizagem é uma ação pessoal e, portanto, está aquém da vontade ou ação do professor. A decisão de aprender é do aluno e é por esta razão que assumimos que o objetivo do evento educativo é alcançado quando os significados representados pelos alunos, professores e material de ensino são compartilhados (Gowin, 1981). Entretanto, é responsabilidade do professor oportunizar ao aluno pensar sobre e com o conhecimento e, sobretudo, avaliar se os significados captados são correspondentes aos ensinados.

Finalmente, a avaliação que, mesmo estando presente em todas as etapas que lhe antecedem, finaliza o processo indicando se o objetivo (aprendizagem significativa do aluno) foi alcançado e se as estratégias e recursos adotados foram apropriados. Ou seja, a **avaliação** final está comprometida com o processo, com a aprendizagem do aluno e com a qualidade do ensino desenvolvido.

Conforme antecipado, a avaliação, interpretada à luz da Teoria de Aprendizagem Significativa, é entendida como um aspecto central para a promoção da aprendizagem em sala de aula. É a partir da mesma que se pode verificar o que o aprendiz já conhece antes da efetivação do

ensino, acompanhar e aperfeiçoar a evolução da sua aprendizagem e, ao final, verificar se os objetivos foram alcançados, assim como se a organização dos assuntos e as estratégias utilizadas foram as mais eficazes e apropriadas. Ela é retro-alimentadora do trabalho docente e, quando feita constantemente, dá subsídios para conhecer o aluno, perceber o seu progresso, decidir o quê e como fazer.

Os alunos, ao se prepararem para a avaliação, na expectativa de êxito, fazem uma revisão, consolidação e integração do assunto. Além disso, a discussão dos seus resultados confirma ou corrige ideias, evidenciando o que deve ser mais estudado e a experiência de sofrer constantes avaliações externas pode induzir ao hábito da auto-avaliação do próprio rendimento escolar. Nessa dinâmica, a avaliação deixa de ser entendida como instrumento de punição, o aluno tem maior clareza sobre a sua própria aprendizagem, maior autonomia para decidir o que estudar, tem a auto-estima aumentada e, após o período escolar, o hábito da auto-avaliação lhe possibilitará diagnosticar os próprios erros e corrigi-los, sem depender de uma avaliação externa.

Foi com base nesses pressupostos que a intervenção na disciplina Embriologia, cuja avaliação final é objeto de discussão neste trabalho, foi realizada.

Planejamento da disciplina Embriologia

De acordo com a teoria de 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 das intervenções. As estratégias de ensino, por sua vez, devem ser escolhidas com base no diagnóstico desses elementos de modo que possibilitem aos alunos interagir com as ideias centrais das disciplinas em diferentes momentos e tipos de situações. Neste processo, 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.

No caso do desenvolvimento embrionário, objeto de estudo da disciplina Embriologia, cuja avaliação final estaremos analisando, é fundamental que os alunos percebam este fenômeno como parte do processo de perpetuação dos organismos pluricelulares, por meio do qual uma única célula se transforma num ser pluricelular de organização complexa. O desenvolvimento do zigoto até um indivíduo adulto ocorre em duas etapas: a embrionária e a pós-embrionária. O desenvolvimento embrionário dá origem a um indivíduo imaturo sexualmente que ao longo do seu desenvolvimento pós-embrionário atingirá a maturidade sexual e, portanto, a possibilidade de produzir novos gametas, de reproduzir e perpetuar a espécie.

Ou seja, conforme detalhado em (Lemos, 2008a; 2008b), 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 ou brotamento. É preciso garantir a manutenção do genoma da espécie bem como a sua variabilidade e a reprodução sexuada, tem sido uma estratégia muito eficaz para tanto. A reprodução nos organismos pluricelulares envolve, na maioria dos casos, a participação de gametas – células especializadas que possuem apenas metade do genoma da espécie – que unidos pelo fenômeno da fertilização² dará origem ao zigoto, uma célula diplóide que por meio de sucessivas mitoses e diferenciações se desenvolverá até um indivíduo adulto.

² 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 & Persaud, 2000, p.32)

O objeto de estudo da Embriologia é, então, a formação e desenvolvimento do embrião e, como o fenômeno da fertilização precede a formação do embrião, a formação dos gametas masculinos e femininos bem como as condições que favorecem ou dificultam o encontro dos mesmos, costumam ser contemplados no ensino da disciplina. Nos cursos de Ciências Biológicas, cujo objeto de estudo é o ser vivo em geral, o programa desta disciplina costuma contemplar também a Embriologia Comparada dos animais vertebrados. No nosso caso, a disciplina Embriologia, oferecida no segundo ano do curso, priorizava o desenvolvimento humano e tinha como objetivo “estudar a origem e o desenvolvimento de um ser humano de um zigoto até o nascimento de um infante” (Moore e Persaud, 2000).

Considerando o contexto no qual a disciplina foi desenvolvida – curso noturno, alunos trabalhadores e com formação básica deficiente – procurou-se explorar o desenvolvimento embrionário humano para ajudar os alunos a perceberem a própria natureza do processo e a importância biológica da reprodução sexuada. A comparação do desenvolvimento embrionário dos vertebrados foi explorada por meio da discussão dos diferentes tipos de anexos embrionários. Desse modo, esperava-se que os alunos, ao final da disciplina Embriologia, 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).

Os alunos, no início da intervenção, apresentavam uma concepção pré-formista de desenvolvimento e, sem clareza da organização sistêmica dos organismos vivos, não conseguiam explicar a nutrição do conceito/embrião e tampouco perceber o desenvolvimento embrionário como um processo que envolve comunicação, diferenciação e movimentos celulares. Essas concepções prévias, diagnosticadas nas primeiras aulas, não diferem das identificadas em diferentes investigações com alunos de nível fundamental e médio (Giordan, 1996). Assim, era fundamental oportunizar aos alunos vivenciar um ensino efetivamente voltado tanto para o favorecimento da aprendizagem significativa dos conhecimentos específicos da disciplina como para o desenvolvimento de atitudes que lhes tornassem responsáveis pela própria aprendizagem.

Considerando esta realidade, o programa da disciplina Embriologia foi delineado focando as ideias centrais da área – desenvolvimento, transformações, comunicação e diferenciação celular – e desenvolvido com atividades que favorecessem a negociação de significados entre alunos e professores e entre alunos e alunos. As principais atividades envolveram discussão em pequenos grupos, elaboração de jogos, seminários, aulas expositivas, construção de modelos, entre outras. O objetivo era a compreensão do processo e não a nomenclatura da área e, por essa razão, as referidas atividades, bem como os instrumentos de avaliação, exploravam, na maioria das vezes, a comparação de figuras ou modelos que representavam os diferentes estágios do desenvolvimento embrionário humano e também a discussão de situações problemas que exigiam a reinterpretação do tema estudado para serem resolvidos.

O ensino propriamente dito

O desenvolvimento da disciplina envolveu quatro etapas consecutivas e interdependentes. A primeira delas esteve voltada para o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos e para uma discussão sobre o significado de evento educativo que objetivava que os licenciandos compreendessem a função da disciplina na formação deles e também o papel que deveriam desempenhar no processo. A segunda 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 planejamento original, elaborado em função da experiência docente da professora e do seu conhecimento sobre a realidade na qual atuava, não sofreu grandes modificações após o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. O compromisso, como já foi dito, era garantir que os alunos percebessem a importância de se analisar os fenômenos biológicos de um modo mais abrangente e, a partir daí, os aspectos mais específicos. Com esse propósito, o eixo condutor da disciplina foram as funções vitais básicas dos seres vivos: nutrição, reprodução e de relação.

Os alunos, ao longo de todo o processo, demonstraram grande interesse pelo tema e pelas atividades propostas, sempre os relacionando com suas histórias de vida. Entretanto, tiveram dificuldade para se despirem da preocupação com os nomes e para perceberem os fenômenos estudados como um processo de interação entre diferentes eventos. Nas atividades de seminário, por exemplo, o material preparado costumava estar limitado a transparências que reproduziam os principais esquemas dos processos encontrados nos livros consultados. O “roteiro” para apresentação era, para a maioria dos alunos, o próprio xerox do texto com alguns trechos grifados e, em outros casos, folhas de caderno com anotações de definições. As ‘melhores apresentações’, certamente evidenciando dedicação e preocupação com a atividade que estava sendo realizada, eram, em geral, marcadas por um relato memorizado do processo, inclusive da vasta nomenclatura envolvida.

A dinâmica das aulas, procurando estimular uma interação continuada com o assunto da disciplina, envolvia a antecipação do tema a ser discutido; a apresentação, por um aluno “voluntário”, de um breve relato das principais ideias discutidas na aula anterior; discussão de modelos ou figuras que representavam diferentes etapas do desenvolvimento embrionário. Neste caso, a professora, sempre focando o caráter processual do fenômeno, induzia os alunos a explicitarem as modificações que percebiam ao compararem suas diferentes etapas representadas nas figuras projetadas.

Ao longo do processo, os alunos foram paulatinamente modificando seus hábitos de estudo, incrementando a participação nas aulas e deixando de reclamar da diversidade de atividades e do perfil dos instrumentos de avaliação. No caso das avaliações, o incremento do número de respostas às questões abertas, que não se adequavam às respostas memorizadas, evidenciou que conforme aperfeiçoavam o conhecimento sobre o tema, ganhavam segurança para falar e escrever sobre ele.

No final da disciplina, com auxílio dos instrumentos formais de avaliação, foi possível identificar um grande avanço por parte dos alunos em relação ao tema estudado. Ocorre que identificar a natureza do conhecimento do aluno, objeto ao qual não temos acesso direto, é uma tarefa complexa que exige a confrontação de diferentes indicadores. O avanço dos alunos no final do processo era inquestionável, eles falavam com maior segurança sobre o tema, as provas quase não apresentavam respostas em branco, entretanto, estes instrumentos e suas respectivas questões, mesmo não correspondendo ao tipo de avaliação que costumavam realizar nas demais disciplinas do curso, já haviam se tornado familiar para esse grupo de alunos no final do ano letivo. Foi por essa razão que optamos por propor uma avaliação final que fugisse ao padrão das atividades realizadas até então.

Avaliação Final

A avaliação, como pode ser depreendido do que foi relatado, esteve presente em todas as etapas do ensino da disciplina, ou seja, 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, inclusive os instrumentos de avaliação. O pressuposto que orientou as decisões inerentes ao o que e como avaliar foi que a capacidade de

utilizar um conhecimento numa nova situação e de expressá-lo com uma linguagem pessoal são evidências de aprendizagem significativa.

Neste momento comentaremos apenas a atividade final da disciplina que, pretendendo identificar evidências de aprendizagem significativa, demandava que os 21 alunos da turma falassem sobre o tema em uma situação diferente das avaliações padrões que caracterizaram o desenvolvimento da disciplina. A atividade solicitada foi a seguinte: *“Elabore uma carta na qual um zigoto humano, escrevendo para a sua mãe, relata os principais eventos do seu desenvolvimento até que a mãe, por volta da décima semana de gestação, faz um aborto. A carta deve ser escrita para um leitor leigo, não especialista em Biologia e ou Embriologia e, portanto, com uma linguagem que, recorrendo o mínimo possível aos termos específicos, possibilite a compreensão do desenvolvimento embrionário.”*

Conforme antecipado, os alunos, ao final da disciplina Embriologia deveriam ter 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). Tais ideias, apesar de presente na maioria das cartas, ainda são mencionadas como se fossem fenômenos isolados que ocorrem muito mais em decorrência do tempo do que dos mecanismos de comunicação celular, por exemplo.

O quadro 1 apresenta uma síntese dos principais conceitos e ou ideias citados pelos alunos. Esses conceitos foram agrupados em categorias que expressam ou etapas do desenvolvimento embrionário ou ideias valorizadas pelos alunos como o tempo e os aspectos emocionais ou de sensação. Muitos conceitos ou ideias eram citados mais de uma vez por um mesmo aluno, razão pela qual optou-se por analisar a relação entre o número de vezes que uma mesma ideia era citada e o de alunos que a explicitou.

As cartas dos alunos evidenciam que eles percebem que o fenômeno em questão é um processo de desenvolvimento continuado (76,2%) no qual ocorrem sucessivas transformações (52,4%) ao longo do tempo (71,4%). Essas ideias, além de serem referidas pela maioria dos alunos, eram por eles reforçadas em vários trechos das cartas. Entretanto, apesar da relação entre o desenvolvimento do novo ser e as funções vitais dos seres vivos terem sido bem explicitadas (61,9%), os mecanismos indutores dessas transformações pouco apareceram. Esperava-se, de acordo com o trabalho desenvolvido ao longo da disciplina, que um maior número de alunos ressaltasse, por exemplo, a importância da comunicação celular como mecanismo de indução da diferenciação celular.

Antes de apontar as evidências de aprendizagem significativa percebidas nas cartas escritas e sua relação com o ensino desenvolvido, optamos por ressaltar alguns dos aspectos que caracterizam a aprendizagem como um processo recursivo, dinâmico, idiossincrático e que envolve o sentir, o pensar e o fazer.

Assim, parece-nos importante ressaltar que, apesar da frequência com que o caráter processual e dinâmico do desenvolvimento embrionário foi citado, os alunos ainda referem-se ao surgimento das várias estruturas como se fossem fenômenos estanques e marcadamente determinados pela passagem do tempo. O aluno 11 ilustra bem essa percepção quando escreve:

“O tempo foi passando e as transformações continuaram, já estou com duas semanas de vida, nesse período já tenho um local específico que vai ser minha futura boquinha. (...) Depois disso o meu desenvolvimento foi ficando rápido, eu já tinha três camadas de células que iriam dar origem a todos os meus órgãos e tecidos. Da quarta à oitava semana meus órgãos haviam se formado, a minha cabeça cresceu mais rápido que meu corpo, já tenho nariz, membros, olhos e

coração. Da nona à décima segunda semana, o crescimento da minha cabeça diminuiu em comparação com o resto do meu corpo, estou crescendo rápido!”
(aluno 11)

Quadro 1: Conceitos e ideias sobre o desenvolvimento embrionário presentes nas cartas elaboradas pelos alunos

	CONCEITOS/IDEIAS		ALUNOS (total = 21)	FREQUÊN CIA		CITA- ÇÕES por ALUNO	TOTAL ALUNO	
				CITA ÇÕES	ALU NOS		f	%
FERTI LIZAÇÃO	Game tas	ovócito	1-6-8-11-15-16-18-23	11	8	1,38	11	52,4
		espermatozóide	1-6-8-11-15-18-26	9	7	1,29		
	Zona pelúcida		1	1	1,00			
	Tuba uterina		6-8-20	4	3	1,33		
	fertilização		5-18	3	2	1,50		
	menstruação		8-11-18	3	3	1,00		
ZIGOTO	célula		1-5-6-8-11-15-16-18-23-26-27	23	12	1,92	11	52,4
DIVISÕES	divisão		1-4-6-8-9-15-20-22-25-26	11	10	1,10	11	52,4
	Blatômeros/mórula		6-7-18	5	4	1,25		
DIFEREN CIAÇÃO	Transformação, mudança, modificação		1-3-4-5-6-9-10-11-15-17-18	25	11	2,27	11	52,4
DESEN VOLVI MENTO	desenvolvimento		1-3-6-8-11-15-23-26	11	8	1,38	16	76,2
	crescimento		1-4-5-6-8-11-15-18-19-20-22-27	30	12	2,50		
CAMADAS GERMI NATIVAS	Disco embrionário Bilaminar/trilaminar		1-3-15	6	3	2,00	7	33,3
	Camadas germinativas		8-11-18-27	6	4	1,5		
FORMA	tecidos		6-8-11-16-18-19-23-26	10	8	1,25	18	85,7
	ÓR GÃOS	órgãos	1-6-8-9-11-16-18	10	7	1,43		
		boca	1-3-15-22-25	6	5	1,20		
		Coração/cora ção tubular	1-3-6-8-11-15-18	12	7	1,71		
	corpo		1-5-6-10-11-19-20-21-22-26	21	10	2,10		
	Cabeça/dedo/orelha /pé/membros		1-4-5-6-8-9-11-15-16-17-18-19-21-22-25-26	40	16	2,50		
	Dobramento (aquisição da forma humana)		4-5-8-16-20-22-26	9	8	1,13		
SISTEMAS	Digestivo (Intestino)		1-3-6-15-26	7	5	1,40	7	33,3
	Nervoso (linha primitiva)		8-18	2	2	1,00		
FUNÇÕES VITAIS	Nu tri ção	Alimento/vite lo/nutrientes	6-15-16-19-22-23-25-27	15	8	1,88	13	61,9
		Circulação mãe/feto	1-4-6-8-13-18	6	6	1,00		
ANEXOS EMBRIO NÁRIOS	Im plan ta ção	implantação	3-11-18-20-23	5	5	1,00	13	61,9
		Útero/ endométrio	3-5-6-8-11-16-25-26	16	8	2,00		
		Trofoblasto/ Sinciciotrof./ Citotrofoblasto	3-6-8-15-16-23-27	13	7	1,86		
		Placenta	6-23	4	2	2,00		
		Cordão umbilical	6-15-16	5	3	1,67		
TEMPO	tempo		1-4-5-6-10-11-17-18-20-21-22-27	19	12	1,58	15	71,4
	Sem 1 a 4		1-3-5-6-8-11-15-18-21	20	9	2,22		
	Sem 5 a 8		1-8-15-18-21	17	5	3,40		
	Sem 9 a 12		11	1	1	1,00		
	Sem 40		21	1	1	1,00		
EMOÇÃO	sentir	Sentir,emoção sensação	1-3-4-5-6-8-9-10-15-17-18-19-20-21-22-26	43	16	2,68	17	81,0
	Feliz		1-5-6-8-9-18-19-21-22	15	9	1,67		
	Triste	Infeliz, triste	1-4-9-11-17-20-21	9	7	1,29		
	dor	socorro	1-4-8-11-18-20-21-22	17	8	2,13		

Do mesmo modo, o termo crescimento nem sempre apareceu como consequência do aumento do número de células. Falas como: “*Agora só me falta crescer, crescer e confirmar meu desenvolvimento*” (aluno 08) ou “*As estruturas que vão dar origem às minhas orelhinhas e olhos aparecem e as outras estruturas anteriores continuavam a crescer*” (aluno 01), denunciam que o significado de crescimento presente na estrutura cognitiva do aluno está mais relacionado com aumento de tamanho. O desaparecimento de estruturas, inerente ao processo em estudo, só foi citado pelos alunos 08 e 09, ou seja, dois do total de 21 alunos.

O fato de 85,7% dos alunos se preocuparem em citar os órgãos mais relacionados com a forma humana como mãos, pés e somente cerca da metade destes, 8 alunos (38,10% do total), terem explicitado a etapa do dobramento do embrião indica que ainda tinham dificuldade para compreender a relação entre o período embrionário e fetal do desenvolvimento humano. O aluno 04, ao contrário da maioria, expressou essa relação:

“ ... Agora estou me inclinando, pois antes eu estava reto, estou crescendo para baixo e conforme cresço minhas extremidades se dobram, como se fossem engolir a bola de baixo. (...) Conforme cresci para baixo, engoli um pedaço de bola que formou algo novo em mim (...) Tudo já se esclareceu, pois tomei um formato e apresento características humanas.”

A atividade solicitada sugeria que o desenvolvimento fosse relatado a partir do zigoto e, portanto, a fertilização, referenciada por mais da metade dos alunos (53,38%), não deveria ter aparecido na carta. Provavelmente a familiaridade com o fenômeno e a consequente sensação de conhecimento do seu processo pode ter induzido os alunos a falarem sobre ele. Por outro lado, esta atitude dos alunos evidencia que os mesmos, como é comum acontecer, deram pouca atenção às orientações presentes no enunciado da atividade que deveriam realizar.

A decisão de começar a carta pela concepção, agregada ao caráter informal da sua elaboração, nos permitiu diagnosticar que alguns alunos ainda permaneciam com concepções alternativas sobre o fenômeno. As mais frequentes foram as ideias pré-formistas, do “espermatozóide vitorioso” e da passividade do gameta feminino, expressas por cerca de 40% dos alunos. O aluno 06, por exemplo, revela essas três concepções quando diz:

“... Somente alguns chegam a tuba uterina. Dá pra notar que me sinto orgulhoso em contar essa história (...), muitos amigos desistiram no caminho por não obterem força, (...), insistiram que eu fosse adiante, porque eu tinha o ‘compromisso com a vitória’. Só na ampola encontrei o ovócito que estava esperando a minha chegada, onde a abracei e acabei me fundindo com o ovócito, formando assim uma célula. (...) venci vários espermatozóides ...”

Vale ressaltar que a maioria das cartas que descrevia os eventos que culminaram na formação do zigoto, “autor da carta”, modificava o padrão de escrita quando passava a relatar o desenvolvimento embrionário propriamente dito. A primeira parte vinha recheada com sensações, cenários e aspectos que denunciam maior afinidade cognitiva e afetiva com o tema. O desenvolvimento embrionário só voltava a ganhar “adornos” mais pessoais quando o aborto, momento final da carta, conforme sugeria a atividade, começava a ser relatado. Tal fato explica a natureza das concepções alternativas percebidas na avaliação realizada. Enquanto inseguros com a descrição do desenvolvimento embrionário, os alunos se prendem às ideias apresentadas pelo livro-texto e ou caderno e evitam agregar suas percepções pessoais ao que estão descrevendo.

Além dos aspectos cognitivos, a análise das cartas escritas pelos alunos nos chama atenção para vários outros fatores. Um dos mais interessantes foi a presença dos aspectos afetivos, de influência pessoal e social, na abordagem do tema. O caráter informal na redação foi outra

característica importante. Além de escreverem, conforme haviam sido orientados, com a linguagem que utilizam no dia a dia, boa parte dos 21 alunos preocupou-se em caracterizar a atividade como uma carta real. Apenas oito delas estavam digitadas e uma das manuscritas foi confeccionada em papel vegetal no qual o aluno desenhou uma moldura simulando um pergaminho; oito cartas foram entregues em envelopes, dentre os quais quatro estavam lacrados e três selados. Os remetentes se identificaram como “do além”, “de vida interrompida”, “de quem queria ser”, “de quem não nasceu”, entre outros. Os locais de onde o autor escreveu variaram do “ventre materno” à diferentes cidades do país.

A mãe, destinatária sugerida, recebeu apenas sete cartas e foi referida como querida em três delas. Por outro lado, nove cartas não tinham um destinatário explícito, uma foi direcionada aos pais e em outras três a escrita simulava um diário. Um outro aspecto interessante, e que talvez tenha relação com identificação pessoal com a tarefa, foi que somente cinco cartas estavam datadas e em três destas, os alunos colocaram momentos (anos) muito distintos do período em que vivíamos. Somado ao exposto, o conteúdo de várias cartas relatava o encontro do casal que antecedeu a fecundação e outros eventos de caráter mais pessoal, aspectos desnecessários no conteúdo da carta.

Estas atitudes parecem expressar, mais do que pequena atenção ao enunciado, que a identificação com o tema e o prazer na realização da atividade induziu uma menor preocupação com a “escrita formal” que caracteriza os eventos de avaliação mais cotidianos e tradicionais. É por este aspecto que a presente atividade de avaliação está sendo entendida como um relevante instrumento para diagnosticar o que os alunos efetivamente aprenderam sobre o tema de forma significativa.

Não podemos desconsiderar, para analisar esses resultados, o caráter progressivo da aprendizagem significativa, um fenômeno que requer tempo pelo seu caráter processual. Além disso, também é importante considerar que, quando lidamos com concepções alternativas, é normal que o sujeito trabalhe em uma zona difusa na fase inicial da aprendizagem, na qual significados contextualmente aceitos e não aceitos coexistam. Nesta fase, a captação de novos significados ainda é parcial e evidencia, portanto, que o processo de ensino e de aprendizagem deve estar voltado para ajudar o aluno a sair dessa zona difusa e a ocupar a parte superior do *continuum* aprendizagem mecânica-significativa. Da forma como vem acontecendo, sem articulação entre as diferentes disciplinas e sem priorizar as ideias estruturantes da área de conhecimento em questão, os alunos raramente voltarão a pensar com e sobre esses conhecimentos que, menos estáveis do que as concepções alternativas, acabarão abandonados. Reiterando, sem oportunidade de “utilizar” as novas informações, em fase inicial de aprendizagem significativa, os alunos acabarão voltando a recorrer às suas concepções alternativas, mais estáveis, porque lógicas e funcionais para os mesmos.

Concluindo, a avaliação dos alunos evidencia que, apesar do ensino ter priorizado o caráter processual, dinâmico e sistêmico do desenvolvimento embrionário, os alunos ainda delegam maior importância à estrutura e dedicam pouca importância à relação entre estrutura e a função. Vale notar que esta relação (entre estrutura e função) e o desenvolvimento são duas das sete ideias que Novak (1981) propõe como centrais para a Biologia. Sem atentar para esta relação e para o caráter processual dos fenômenos biológicos, dificilmente os alunos dedicarão atenção aos mecanismos indutores desse processo como, por exemplo, a comunicação celular.

Considerações Finais

O propósito deste trabalho foi analisar a natureza do conhecimento dos alunos ao final da disciplina Embriologia, desenvolvida com base na Teoria de Aprendizagem Significativa. A atividade proposta – a redação de uma carta na qual o “zigoto” relata à sua “mãe” o seu próprio

desenvolvimento, até a ocorrência de um aborto por volta da décima semana de gestação – foi escolhida por se acreditar que o seu caráter informal minimizaria a preocupação do aluno com a linguagem científica e, portanto, favoreceria a explicitação de evidências de aprendizagem significativa.

Os resultados encontrados evidenciam que os alunos, mesmo demonstrando grande avanço em relação ao conhecimento que possuíam no início do ano letivo, explicam o desenvolvimento embrionário recorrendo tanto a significados de senso comum como coerentes com os aceitos no contexto da disciplina. Ou seja, muitos dos conhecimentos prévios dos alunos, alguns inadequados do ponto de vista científico, ainda coexistem com os significados recém-aprendidos. A coexistência desses significados, alguns coerentes e outros não com a perspectiva científica, é natural. No entanto, para que o aluno deixe de recorrer às suas concepções alternativas, frequentemente adequadas para resolver seus problemas cotidianos, o seu processo de formação deve continuar oportunizando situações que lhe permitam perceber maior adequação do conhecimento científico para a solução dos seus problemas.

Por outro lado, a dificuldade para descrever o desenvolvimento embrionário como um processo integrado, evidencia que estes alunos, ainda utilizam as ideias aprendidas de forma literal, e apresentam dificuldade para expressar seus significados em uma linguagem própria mas coerente com os significados científicos. Tal fato, antes de ser entendido como não aprendizagem, deve ser interpretado como inerente ao caráter processual da mesma e, sobretudo, considerando o *continuum* entre aprendizagem mecânica e significativa, que este grupo de alunos ainda está em uma posição mais próxima da aprendizagem mecânica. Tal situação indica que eles, voltamos a ressaltar, devem ter oportunidade de interagir com este mesmo conhecimento em outros momentos e contextos (disciplinas) para consolidar o aprendido.

Tal necessidade evidencia, no caso da formação inicial de professores, a interdependência das disciplinas no curso de formação inicial de professores e a importância de um currículo organizado com base nos conceitos estruturantes (Gagliardi, 1986) da área de conhecimento em questão. Além disso, é preciso assumir que tanto as disciplinas específicas quanto as pedagógicas são igualmente relevantes para a formação inicial de professores de Ciências e Biologia. A vivência cotidiana de um ensino potencialmente significativo, ou seja, efetivamente voltado para favorecer a aprendizagem significativa pelo aluno, permitirá que ele, ao longo do seu processo de escolarização, compreenda a natureza do conhecimento biológico, do conhecimento pedagógico e da relação entre ambos.

Referências

- Ausubel, D. P., Novak, J. D., Hanesian, H. *Psicologia educacional*. 2ed., Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 625p.
- Ausubel, D. P. *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. USA: Kluwer Academic Publishers, 2000. 212p.
- Gagliardi, R. Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las ciencias*. 4 (1), 30-35, 1986.
- Giordan, A., Vecchi, G. *As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. 2ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 222p.
- Gowin, D. B. *Educating*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 1981. 210 p.
- Lemos, E. S. (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, 2005.

Lemos, E.S. A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. Série Estudos - *Revista do Mestrado em Educação da UCDB*, 21, 2006. pp. 53-66.

Lemos, E.S. *El aprendizaje significativo y la formación inicial de profesores de Ciencias y Biología*. Tese (Doctorado en Enseñanza de las Ciencias) - Departamento de Didácticas Específicas. Espanha: Universidad de Burgos, 2008a.

Lemos, E. O Aprender da biologia no contexto da disciplina de embriologia em um curso de licenciatura em ciências biológicas. in *Aprendizagem Significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos* – orgs: Elcie Masini & Marco Antonio Moreira – 1 ed. – São Paulo: Vetor, 2008b.

Luckesi, C.C. *Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições*. 2ed. São Paulo: Cortez, 1995.

Moore, K., Persaud, T. *Embriologia Básica*. 5ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 328p.

Moreira, M.A. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999. 195p.

Moreira, M.A. *Aprendizagem Significativa*. Brasília: Editora da UnB, 1999. 129p.

Novak, J. D. *Uma teoria de Educação*. São Paulo: Pioneira, 1991. 252p.

Novak, J.D., Gowin, D, B. *Aprendendo a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1988. 212p.

Novak, J.D. *Aprender, criar e utilizar o conhecimento: Mapas Conceituais como Ferramentas de Facilitação nas Escolas e Empresas*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000. 252p.

Schulman, L. S. Those who understand: knowledge growth. In: *Teaching Educational Researcher*, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.