

A ELABORAÇÃO CONCEITUAL EM DISCIPLINA DA ÁREA BIOLÓGICA COMO REFERÊNCIA FORMATIVA PARA A ATUAÇÃO DOCENTE DE FUTUROS PROFESSORES

THE CONCEPTUAL ELABORATION IN BIOLOGICAL SUBJECT AREA AS FORMATIVE REFERENCE FOR FUTURE TEACHERS ACTION

Lenice Heloísa de Arruda Silva ¹

Roseli Pacheco Schnetzler ²

¹ UFMS, leniceloisa@ig.com.br

² UNIMEP, rpschnet@unimep.br

Resumo

O trabalho enfoca a formação docente inicial em Biologia no contexto de uma disciplina de conteúdo específico (Fisiologia), investigando como a prática do formador pode se tornar uma contribuição formativa para os licenciandos, pela análise dos modos como aborda a elaboração conceitual em suas aulas. Para tal, foram observadas, registradas e transcritas aulas teóricas e práticas do formador, gravadas em áudio, bem como realizadas entrevistas semi-estruturadas com alguns de seus alunos. Os dados são construídos e interpretados segundo procedimentos teórico-metodológicos pautados numa perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano, adotando-se a análise microgenética para investigar o processo de ensino e a análise do conteúdo dos depoimentos dos alunos. Os resultados revelam que a prática pedagógica do formador promove elaboração conceitual em seus alunos, que a consideram um exemplo a ser adotado em suas atuações docentes, evidenciando a importante contribuição que professores universitários de disciplinas específicas podem ter na formação docente inicial.

Palavras-chave: formação docente em Biologia; elaboração conceitual; professor universitário

Abstract

This research focuses how a lecturer's teaching practice in a biological course may contribute towards a future teacher action, particularly related with conceptual elaboration process. The theoretical and methodological approach of the investigation is based on a historical and social theoretical framework. Data collection comprises observation and audio tape recording of lecturer's lessons and students' interviews, which are analyzed according to a microgenetic and conceptual approaches. Results reveal the importance of lecturer's teaching practice in programmes concerned with biological teacher education.

Key words: teacher education; conceptual elaboration; lecturer's teaching practice.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho trata da licenciatura em Ciências/Biologia, enfocando nesta uma problemática central: a insuficiência de preparação dos futuros professores no domínio dos conteúdos a ensinar. Tal domínio envolve não somente o conhecimento dos conteúdos da disciplina que estarão sob suas responsabilidades mas, também, conhecimentos relativos ao como elaborá-los pedagogicamente, tornando-os disponíveis para serem apropriados e (re)elaborados pelos seus futuros alunos (CARVALHO e GIL PÉREZ, 2001; MARCELO, 1999).

Esse conhecimento pedagógico é de grande complexidade, sendo o que diferencia o professor dos especialistas das diversas áreas do saber. Assim, tal conhecimento vai além daquele da disciplina em si, situando-se na dimensão da disciplina a ensinar, pois nele estão incluídos os modos que o professor utiliza para representar e formular os conhecimentos científicos de sua disciplina, elaborando-os em conhecimentos compreensíveis para os alunos. Ele inclui, também, uma compreensão do que faz a aprendizagem fácil ou difícil. Isso implica que o professor conheça as pré-concepções que os alunos, de diferentes idades e experiências, trazem consigo sobre determinados conceitos freqüentemente ensinados. Considerando que tais pré-concepções são, geralmente, equivocadas, o professor precisa conhecer um maior número de estratégias apropriadas para que seu ensino propicie a reorganização e compreensão dos alunos sobre os conceitos científicos. Nesse sentido, tal conhecimento possibilita ao docente articular diferentes conhecimentos, permitindo-lhe a elaboração de seus conteúdos de ensino, os quais constituem o aspecto central de vida da sala de aula e da educação escolar sendo, portanto, fundamental nas programações e na organização de atividades de ensino-aprendizagem (SHULMAN, 1986).

Nesses termos, a razão da referida problemática se prende ao fato de que nas disciplinas científicas específicas dos cursos de licenciatura em Biologia, Física, Química, pouca ou nenhuma consideração tem sido dada para elaborações pedagógicas. Isto porque, usualmente, os professores/formadores vêm interpretando e reforçando um processo de ensino-aprendizagem em termos de transmissão-recepção, que atribui grande peso à quantidade de conteúdos científicos. Nesse modelo, cabe ao professor transmitir os conteúdos previamente elaborados aos alunos, que assumem um papel de meros receptores (CICILLINI, 1997; MARCELO, 1999; MALDANER, 2000; SCHNETZLER, 2000).

Assumindo que é pelas práticas pedagógicas dos professores/formadores de disciplinas científicas específicas que os futuros professores, podem se apropriar dos e elaborar conceitos científicos, e que tais práticas revelam modos de como os ensinar, é que justificamos a investigação da questão abaixo, visando contribuir para reverter a problemática aqui apresentada.

A QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO E SUA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

Com base em uma perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano, que concebe o processo de elaboração de conhecimentos como prática social, envolvendo uma relação entre sujeito e objeto de conhecimento mediada por outro sujeito, investigamos: **como a prática pedagógica do professor universitário de disciplina científica específica pode promover a elaboração de conceitos científicos pelos licenciandos contribuindo, em termos formativos, para suas futuras ações docentes?**

Esta investigação se fundamenta em idéias de Vygotsky e Bakhtin, que ao considerarem que a ação do sujeito sobre o objeto de conhecimento é mediada socialmente pelo outro e pelos signos, têm oferecido subsídios para a análise de relações entre contexto de escolarização,

atividade cognitiva e desenvolvimento do sujeito. Nessa perspectiva, o processo de elaboração de conhecimentos é concebido como processo psicológico que emerge dos modos de vida dos indivíduos em interação, assumindo que é por meio da linguagem que as funções psicológicas vão se constituindo. Assim, o conhecimento tem sua gênese na dinâmica interativa das relações sociais, as quais são constitutivas do indivíduo humano como sujeito (SMOLKA, 1997; GÓES, 1997).

Desse ponto de vista, no contexto escolar, o aluno é um sujeito interativo, que “elabora conhecimentos sobre os objetos em processos **necessariamente** mediados pelo outro e constituídos pela linguagem” (GÓES, 1997: 13). O papel mediador do outro, professor/formador se destaca não somente nos processos de apropriação e elaboração de conhecimentos pelo indivíduo, aluno/licenciando mas, também, na sua constituição como sujeito (futuro professor). Já a linguagem, especialmente a palavra como signo, é principal agente de abstração e generalização, assumindo um papel central como mediadora na formação da consciência e na organização das ações, assim como na compreensão e na interpretação de conceitos/conhecimentos por parte dos sujeitos (VYGOTSKY, 2000b; BAKHTIN, 1997).

Essa concepção da linguagem, na abordagem dos aspectos institucionais, tem uma dimensão constitutiva, pois à palavra é atribuído “o material semiótico privilegiado do psiquismo humano” (BAKHTIN, 1997: 38). Nessa perspectiva, conforme Machado (1999: 56), há um entendimento de que “é no discurso e pelo discurso que os conhecimentos são elaborados”. Explicitando essa idéia, Smolka (2003: 40), expressa que: “é no sentido da internalização do discurso de outrem que Bakhtin nos fala (...) do movimento de apreensão das “palavras alheias” e na transformação dessas “palavras alheias” em palavras próprias”. Desse modo, a elaboração de conhecimentos “emerge como processo de articulação, pelo confronto, de muitas vozes sócio-historicamente definidas, em condições de interação – compreensão/expressão – determinadas. Configura-se como um processo discursivo” (FONTANA, 1996: 280). Esses aspectos são essenciais para a análise do processo de elaboração/compreensão de conceitos na sala de aula, em especial, da universidade, já que nesta a palavra é o principal modo de ação pedagógica e de elaboração de conhecimentos. Conforme Machado (1999), nas interações de uma sala de aula as vozes do livro didático, dos textos científicos, do professor, das experiências e do conhecimento cotidiano encontram-se e confrontam-se, fazendo parte desse processo.

Com base nessas idéias, adota-se a abordagem da análise microgenética que prioriza a análise de processos, explorando-se uma microhistória do processo de ensino do professor/formador, privilegiando suas interações verbais na relação com seus alunos. A análise microgenética pode ser caracterizada como uma forma de conhecer que é orientada para minúcias e ocorrências residuais, como indícios, pistas, signos de aspectos relevantes de um processo em curso; que elege episódios típicos e atípicos, os quais permitem interpretar o fenômeno de interesse; que é centrada na intersubjetividade e no funcionamento enunciativo-discursivo dos sujeitos; e que se guia por uma visão indicial e interpretativo-conjetural. Em síntese, uma “perspectiva de investigação da constituição de sujeito no âmbito dos processos intersubjetivos e das práticas sociais” (GÓES, 2000: 21).

Vygotsky (1993: 213) argumenta que o processo de desenvolvimento dos conceitos sistematizados/científicos se produz nas condições reais do processo de ensino, que constitui uma forma de interação sistemática e deliberada do professor com o aluno. Nesta interação desenvolvem-se as funções psicológicas superiores do aluno com a ajuda e participação do professor. Esse desenvolvimento encontra sua expressão na crescente utilização dos conceitos independentemente do contexto no qual foram produzidos e, também, no fato de que o pensamento científico do aluno avança até alcançar um determinado nível de desenvolvimento em relação à tomada de consciência ao uso deliberado dos mesmos. “O fundamento da tomada de consciência está na generalização dos próprios processos psíquicos, o que conduz ao seu

domínio”. Neste sentido, a apropriação de conceitos científicos por parte do indivíduo pode levá-lo a se conscientizar dos próprios processos mentais.

A elaboração conceitual requer o desenvolvimento de uma série de funções psicológicas superiores como a atenção voluntária, a memória lógica, a abstração, a comparação, a dedução, a síntese. Tais funções são altamente complexas e, por isso, os conceitos não podem ser simplesmente memorizados e assimilados tanto em termos psicológicos quanto práticos. Mesmo reconhecendo que o processo de elaboração de conceitos seja um processo único e integrado, Vygotsky (1993, 2000b) destaca a necessidade de se diferenciar o desenvolvimento dos conceitos cotidianos elaborados por meio da experiência diária, isto é, nas interações com pessoas do meio social imediato que, neste caso, ocorre de maneira assistemática e não deliberada., do desenvolvimento de conceitos científicos, elaborados por meio da aprendizagem sistematizada na escola, considerando as diferentes condições sociais internas e externas de elaboração em cada uma dessas situações.

Apesar das diferenças entre os conceitos cotidianos e os conceitos científicos, segundo Vygotsky (2000c: 136), eles se relacionam e se influenciam constantemente, pois constituem parte de um único processo – o desenvolvimento da formação de conceitos -, que não significa um conflito entre formas antagônicas e mutuamente exclusivas, mas sim, um processo que é essencialmente unitário. Assim, considerando que o indivíduo elabora conhecimentos antes mesmo de frequentar a escola, os conceitos cotidianos, já dominados pelo aluno, e os conceitos científicos articulam-se dialeticamente em sua mente e, nesta articulação, tanto um quanto outro se transformam reciprocamente. Os conceitos cotidianos propiciam o confronto dos conceitos científicos/escolares com uma situação concreta, criando “uma série de estruturas necessárias para a evolução dos aspectos mais primitivos e elementares de um conceito”. Já os conceitos científicos criam estruturas para o desenvolvimento dos conceitos cotidianos em relação à sistematização, à consciência e ao uso deliberado, que são características de um tipo de percepção generalizante própria da atividade intelectual.

A partir disso, Vygotsky (1993) infere que esse nível de desenvolvimento é produto/produção das condições do processo de ensino, cujo aspecto fundamental é a singular interação entre professor e aluno, junto com os conhecimentos que são transmitidos a este segundo um determinado sistema. Assim, destaca a importância da colaboração do professor, considerando que no processo de elaboração interpessoal, o aluno faz tentativas de imitar a análise intelectual, ainda que não a tenha apreendido completamente. Ao utilizar-se de tal análise, mesmo que pela via da imitação, o aluno inicia sua elaboração, transformando e desenvolvendo sua atividade cognitiva (FONTANA, 1996).

Nesses termos, no contexto escolar, as interações entre os sujeitos têm uma orientação explícita e deliberada, no sentido de aquisição de conceitos sistematizados/científicos pelo aluno. Nessas interações, o aluno é colocado diante de uma tarefa particular: “entender as bases dos estudos científicos, ou seja, um sistema de concepções científicas” (VYGOTSKY, 2000a: 174). Os conceitos científicos fazem parte de sistemas explicativos globais, organizados dentro de uma lógica socialmente construída e reconhecida como legítima, que tem por finalidade garantir-lhes coerência interna. Também, nesse contexto, as atividades envolvendo a apreensão dos conceitos sistematizados/científicos são organizadas de maneira discursiva e lógico-verbal e, assim, a relação do aluno com o conceito é sempre mediada por algum outro conceito. Além disso, as interações entre os sujeitos, isto é, entre professor e alunos, se caracteriza como uma relação de ensino, cuja finalidade imediata – ensinar/aprender ou formar/ser formado é explícita para ambos, os quais ocupam lugares sociais diferenciados e hierarquicamente organizados (FONTANA, 1996).

Nessa relação de ensino, o papel do professor/formador é o de mediar de forma explícita e deliberada aos alunos conhecimentos sistematizados/científicos, os quais, no caso da universidade, dizem respeito tanto aos conhecimentos da área específica quanto aos da cultura

profissional. Nessa mediação, ele compartilha com os alunos sistemas conceituais instituídos, linguagens, instrumentos, estratégias, procedimentos, atitudes, valores e saberes próprios dessa cultura. Isso tudo envolve os conceitos já dominados pelos alunos, bem como as ações e concepções dos professores/formadores, imbricados nas condições sociais reais de produção daqueles conhecimentos dentro do contexto institucional de escolarização ou de formação profissional. Com base nessas idéias, destacamos a importância de se investigar a prática pedagógica em disciplina científica da área biológica para a elaboração de conceitos científicos pelos futuros professores de Ciências/Biologia.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O desenvolvimento deste trabalho implicou a investigação da prática pedagógica de um formador de disciplina específica integrante de um corpo docente de 17 professores universitários, responsáveis pelo oferecimento de 30 disciplinas de conteúdos específicos de Biologia, de um curso noturno de licenciatura em Ciências Biológicas, pertencente a uma universidade confessional localizada em um município do Estado de São Paulo.

O interesse na investigação da prática pedagógica daquele formador foi resultado da análise de um questionário aplicado a 78 licenciandos dos dois últimos semestres do referido curso, contendo duas questões abertas, para que indicassem qual/quais formador(es) das disciplinas de conteúdos específicos de Biologia mais contribuiu/contribuíram e/ou tem/têm contribuído para as suas futuras ações docentes e o porquê de tais escolhas. A escolha desse formador se justificou por ter sido indicado pela grande maioria dos licenciandos (71%). Além disso, a diferença percentual de sua indicação para o segundo escolhido, (37%), reiterou o interesse de investigar sua prática pedagógica, com o propósito de evidenciar como ele promove a elaboração de conceitos científicos em sua disciplina. Esse formador exerce o magistério superior há 12 anos. Sua formação básica é em Biologia (licenciatura plena), sendo mestre e doutor na área de Fisiologia.

Para a construção dos dados da investigação foram observadas e registradas em áudio 5 de suas aulas teóricas e práticas, com duração de duas horas cada uma. Nas transcrições dessas aulas e por meio da análise microgenética, foram recortados episódios que evidenciam aspectos relativos a como o formador abordou a elaboração de conceitos. Essas aulas foram referentes à disciplina de Fisiologia, ministrada para uma classe de 65 alunos do 5º semestre, dos quais 10 foram escolhidos de forma aleatória para serem entrevistados. Nessas entrevistas, de tipo semi-estruturada, procuramos obter informações sobre a prática pedagógica do professor, privilegiando questões relativas ao desenvolvimento dos conteúdos, às estratégias de ensino por ele utilizadas e à aprendizagem. Tais entrevistas foram transcritas e submetidas à análise do conteúdo dos depoimentos, no intuito de buscar indícios para apreender como os alunos elaboraram relações entre os conceitos científicos e os modos de ensinar do referido formador.

RESULTADOS

A prática pedagógica do formador: aspectos gerais

No início de cada aula, o formador escrevia na lousa o tema central a ser tratado. Entregava a cada um dos alunos um texto auxiliar, geralmente sobre resultados de pesquisas referentes ao tema e/ou um resumo da aula. Dirigia-se aos alunos explicitando o que seria abordado na aula, como iria desenvolvê-la e quais eram os seus objetivos. Para a explanação dos temas e dos conceitos a eles relacionados, o professor utilizava a exposição oral, com uso de esquemas e desenhos na lousa e de transparências para reforçar/embasar suas explicações. No

desenvolvimento dos temas, o professor procurava articular os conceitos centrais de cada tema com outros conceitos e com situações relacionadas com o cotidiano dos alunos. No final das aulas, o professor retomava de forma sintética os conceitos nela abordados.

Um exemplo: a elaboração conceitual na aula sobre estresse

Descrição da aula

No que diz respeito à elaboração conceitual, o professor tematizou o conceito de Estresse definindo-o como *uma reação do organismo a uma condição indutora interna ou externa que promove uma resposta orgânica ou comportamental*, enfatizando a relação do tema central com um conceito central da Fisiologia (homeostasia), que poderia ser assim representada: **estresse** (alteração do comportamento) – (causado por um) **agente agressor** – (alteração que se manifesta via) **produção hormonal** – (promove) **adaptação** – (mantém) **homeostasia**. O formador desenvolveu esses conceitos dando destaque ao seguinte conjunto de idéias: como se dá a produção hormonal; resposta hormonal no estresse; estresse e estado de estresse (manifestações orgânicas); adaptação (homeostasia).

Explicou que a aula consistia, primeiro, de uma discussão teórica e, posteriormente, em demonstrar por meio de procedimentos práticos, de laboratório, a variação de substâncias químicas no corpo do animal (rato), decorrente de reações metabólicas durante a sua exposição a determinadas condições ambientais como a contenção e o frio. Explicou, também, que um dos objetivos dessa aula seria o de gerar um estresse em um animal (rato), para que eles pudessem entender e avaliar uma situação de estresse, assim como seus mecanismos adaptativos. A essas explicações o formador acrescentou: *Para que serve isso? Para a gente entender estresse, ver as coisas sobre o estresse, mecanismos adaptativos e para quem da biologia for para a área de pesquisa é uma técnica de rotina para você determinar se há um estresse no bicho.... Você vai explicar o estresse!*

Então, começou a desenvolver o tema central pela **concepção cotidiana de estresse**: - *Primeira coisa que nós vamos entender, o indivíduo está acostumado a dizer assim: nossa!! Estou estressado!! Nossa, eu não agüento mais!* Articulou essa concepção com o **conceito científico**, definindo estresse como: - *O estresse vai ser a sua resposta, a resposta do seu organismo frente a uma condição indutora. Ou seja, vai existir uma condição quer seja física, quer seja psíquica, ou mista, que a grande maioria aqui tem. Essas reações vão culminar com uma resposta do seu organismo, uma resposta orgânica ou comportamental. Estresse para nós vai ser uma reação do organismo!! É o organismo que reage a uma condição indutora externa ou interna.*

Para a compreensão desse conceito, o formador acrescentou o **conceito de agente agressor**, definindo-o como *todos os estímulos que promovem o aparecimento da resposta orgânica ou comportamental*. Por meio de algumas **situações do cotidiano**, transcritas a seguir, ele estabeleceu uma relação entre os conceitos de estresse e de agente agressor e exemplificou reações de estresse induzidas por estímulos externos. - *Exemplo, a Hellen mudou de casa, ela morava aqui e mudou lá prá serra. Só dela mudar de ambiente já significa que o seu organismo vai ter que se adaptar a essa nova resposta. Outra coisa, você foi namorar esse fim de semana e ela virou e falou: vamos marcar a data? E agora? Estressou! Você chegou em casa e a sogra falou: vou passar sete dias aqui!*

Ao estabelecer essas relações o formador explicou que as reações pelo estresse *desencadeiam respostas e toda resposta vai lá numa região hipotalâmica e começa com uma resposta hormonal, começa a mudar o perfil hormonal para o organismo reagir frente à condição indutora*. Em seguida ele trouxe um outro conceito associado ao estresse, o de **adaptação**, dizendo que *o principal objetivo do estresse é adaptar o indivíduo frente à nova*

condição gerada pelo agente agressor. Reforçou suas explicações com um exemplo: esfriou muito? Esfriou. Ele começa a ter o que? Começa a ter tremor, por quê? Por causa do frio. Ele começa a ter uma reação por causa do frio. Foi a condição indutora que levou o organismo a responder.

Com esse exemplo ele explicou que a resposta do organismo ao estresse vai ser hormonal. Através de algumas **situações do cotidiano**, ele estabeleceu relações entre os conceitos de agente agressor e adaptação. - *Vamos pegar um exemplo popular, imagine um motorista de ônibus. Ele liga o ônibus. Na hora que ele começou a andar, alguém dá um sinal, ele pára! A hora que ele começou a andar de novo, um cara puxa a campainha, ele pára de novo! Imagine que ele faz isso oito horas por dia. Ele vai parando, vai parando, vai parando. Se ele não se adaptasse, isso seria uma condição altamente estressora. A gente só sobrevive porque a gente consegue se adaptar às condições.*

Essas relações, por sua vez, foram articuladas com o conceito de resposta hormonal. O formador explicou que essa resposta orgânica envolve a participação de algumas áreas cerebrais de controle, como *centro límbico, que corresponde às alterações emocionais; regiões que coordenam hormônios, que coordenam sistema nervoso simpático, coordenam sono e vigília e assim vai.* Para que os alunos visualizassem essas regiões, o formador utilizou uma transparência que continha um esquema da estrutura do sistema nervoso e dos centros de controle do organismo. Destacou que o principal órgão envolvido na resposta hormonal é o hipotálamo, e assim trouxe o **conceito de homeostasia**, definindo-o como *o grande equilíbrio do organismo. A maneira como o organismo está equilibrado.* Articulou esse conceito e o papel do hipotálamo explicando que este participa constantemente no equilíbrio do organismo, controlando oxigenação, tensão na parede dos vasos, secreção hormonal, entre outros. Acrescentou que *o hipotálamo é o grande centro integrador ao qual chega uma série de informações sensoriais e a partir delas começa a programar, analisar e projetar uma resposta periférica, desencadeando no organismo a resposta frente ao agente agressor.*

O formador prosseguiu explicando que além do hipotálamo, entre os órgãos envolvidos no estresse estão também a hipófise e a glândula supra-renal. Para que os alunos visualizassem a localização dessa glândula no organismo, bem como a sua função no estresse, o formador utilizou uma transparência que continha uma foto com a localização da glândula, suas divisões e locais de produção dos hormônios. Assim, ele explicou aspectos da anatomia e fisiologia, bem como o controle da produção e liberação de seus hormônios. A seguir, apresentou **uma síntese** da resposta hormonal no estresse. Após essa síntese, o formador falou que os hormônios produzidos e liberados na corrente sanguínea durante o estresse causam reações em outros órgãos. Ao trazer essa explicação, acrescentou ao conceito de estresse um outro **conceito**, o de **estado de estresse**, dizendo que neste, inicialmente, o hipotálamo ativa o sistema nervoso simpático, que induz a liberação do hormônio noradrenalina em alguns órgãos específicos. No coração esse hormônio atua aumentando a frequência cardíaca, a força de contração, a pressão arterial e o fluxo sanguíneo nos músculos. No fígado provoca a glicogenólise (quebra do glicogênio), aumento da glicemia circulante; glicólise, aumento do metabolismo da glicose e aumento do metabolismo tecidual.

A **síntese** do formador enfatizou que no estado de estresse o indivíduo precisa aumentar o trabalho celular para que possa reagir frente à situação. Reforçou que naquele estado, o hipotálamo aciona a hipófise que, por sua vez, libera o hormônio adrenocorticotrófico. Este vai em direção à glândula supra-renal aumentando a secreção do hormônio cortisol, o qual reduz a reação inflamatória, a resposta imune e aumenta a expectativa para respostas à cicatrização.

Nessa síntese, o formador explicou também que no estado de estresse há um aumento do metabolismo tecidual, do tônus muscular, da capacidade de vigília e redução do sono, para que o indivíduo possa reagir melhor. Concluiu dizendo que o hipotálamo aciona o sistema nervoso

simpático que, por sua vez, aciona as glândulas supra-renais, que liberam adrenalina e noradrenalina, as quais influenciam em todo processo cardiovascular, respiratório e digestivo, fazendo com que o indivíduo se adapte às novas condições geradas pelo estresse.

Depois dessa explanação, o formador começou a desenvolver a parte da aula referente à atividade prática. Nesse momento, os alunos se reúnem em volta da bancada na qual o professor desenvolveria o experimento. Essa parte da aula foi iniciada com uma explicação aos alunos do porquê seria utilizado o rato para constatar o estresse: - *O rato não precisa da vitamina C igual a gente. O rato consegue sintetizar vitamina C. Melhor! Nessas vias de transformação para cortisol, que é um hormônio do córtex da supra-renal, ou para adrenalina ou noradrenalina, que é um hormônio também produzido no córtex da adrenal, os ratos usam o ácido ascórbico como doador de elétrons. Ou seja, se o bicho estiver estressado o que acontece com a quantidade de ácido ascórbico? Vai ser zero! Ele usa o ácido ascórbico para fazer o hormônio. Quanto mais estressado, mais hormônio e, por sua vez, menos ácido ascórbico.*

Explicou que a atividade prático-experimental consistia na avaliação e constatação do estresse pelo conteúdo de ácido ascórbico da glândula supra-renal do rato e que existiam outras maneiras de avaliar o estresse. Uma delas seria colocar o rato durante cinquenta minutos de natação inescapável. A outra maneira seria colocá-lo numa condição altamente estressora, como a queda de temperatura. Nesta condição, o hipotálamo é acionado e vai mexer muito com a glândula supra-renal. Essa seria a maneira utilizada nessa aula prática para avaliar e constatar o estresse no rato, por meio de um estudo comparativo da dosagem de ácido ascórbico de sua supra-renal. Assim, seria verificado quanto deste ácido haveria na glândula supra-renal do rato controle e quanto desse ácido foi utilizado pelo rato mantido no congelador para produção do hormônio. Ou seja, *quanto que o estresse pelo frio acionou as vias corticais da supra-renal e medular na produção do hormônio.*

O formador descreveu aos alunos a técnica utilizada para o sacrifício dos animais e retirada da glândula (feitos pelo técnico), bem como o método da dosagem, os materiais e as substâncias utilizadas na atividade prática. Os alunos acompanharam bem de perto todo o desenvolvimento da atividade prática e auxiliaram o professor nos cálculos envolvidos na dosagem do ácido ascórbico. No final, o formador escreveu na lousa os cálculos da dosagem do ácido ascórbico presente nas glândulas supra-renais dos dois animais e explicou os passos realizados para a obtenção dos resultados, mostrando que a presença de ácido ascórbico no rato que foi submetido à baixa temperatura foi significativamente menor do que no rato controle.

O formador finalizou a aula reforçando suas explicações sobre os principais conceitos envolvidos no tema sobre o estresse, interrelacionando ao porquê o ácido ascórbico da supra-renal do rato submetido ao frio foi inferior ao do outro rato. E assim, a aula chegou ao seu final. Muitos alunos se reúnem em volta do formador para tirar cópia da aula, outros para tirar dúvidas.

Análise da aula

A análise da aula evidencia aspectos essenciais para a compreensão do modo como o professor promoveu a elaboração conceitual sobre estresse. O primeiro refere-se ao relacionamento explícito entre os conceitos que compõem o tema central da aula. Ao estabelecer essas relações, o formador fez uma sistematização hierárquica dos conceitos. Associado a isso, fez uma síntese das principais idéias trabalhadas, as quais iam sempre em direção ao conceito central da aula. Isso evidencia que o formador não se satisfaz apenas com a definição dos conceitos, ao articulá-los a outras idéias para reforçar suas explicações e, também, para que os alunos entendam melhor os conceitos relacionados ao estresse.

De acordo com Vygotsky (1993: 215), para que um conceito possa ser submetido à consciência e ao seu uso deliberado, ele necessita fazer parte de um sistema, pois se consciência

significa generalização, esta, por sua vez, significa a formação de um conceito superior, o qual implica a existência de uma série de conceitos subordinados. Este conceito superior pressupõe ao mesmo tempo a sistematização hierárquica dos conceitos inferiores a ele subordinados, com os quais se relaciona de novo através de um determinado sistema de relações. Assim, “a generalização do conceito leva a localização do mencionado conceito em um determinado sistema de relações de generalidade, relações que constituem as conexões mais naturais e mais importantes entre eles. Por conseguinte, a generalização significa ao mesmo tempo a tomada de consciência e a sistematização dos conceitos”.

O segundo aspecto, com base nas idéias desse teórico, diz respeito ao confronto entre o conceito científico estresse e uma concepção cotidiana do mesmo. Com esse confronto, o formador indicia um intuito de dar concretude às suas explicações. Isso é reforçado quando ele articula aos conceitos científicos que compõem o tema central da aula, conhecimentos relacionados a situações ligadas a experiências e vivências dos alunos. Ao trazer essas situações, o professor mostra como os conceitos científicos explicam o cotidiano, assim como promove, numa perspectiva bakhtiniana, uma articulação, um confronto de diferentes linguagens, por meio de vozes do conhecimento cotidiano, do conhecimento sistematizado e, também, dos textos científicos introduzidos na aula, auxiliando os alunos na compreensão do conceito de estresse. Esses relacionamentos e articulações conceituais que o formador estabelece configuram uma prática docente distinta da usual pois, nesta, os conteúdos são transmitidos de maneira fragmentada, linear, descontextualizada histórica e socialmente, com definições prontas e acabadas.

Outros aspectos importantes estão relacionados à preocupação do formador em justificar a prática assumida, ao explicitar para os alunos um contexto no qual o conteúdo por ele ensinado poderia ser significativo. Isso é evidenciado quando ele diz: *Para que serve isso? Para a gente entender estresse, ver as coisas sobre o estresse, mecanismos adaptativos e para quem da biologia for para a área de pesquisa é uma técnica de rotina para você determinar se há um estresse no bicho.... Você vai explicar o estresse!*

Tal preocupação tem sua importância na medida em que a explicitação do contexto em que os conteúdos podem ser significativos tem merecido pouca ou nenhuma consideração por parte de muitos professores universitários/formadores das disciplinas científicas específicas. Isso porque seus ensinamentos, geralmente, têm se limitado a um tratamento instrumental dos conteúdos

Atuação docente e elaborações discentes

No desenvolvimento dos conteúdos nas aulas, a pretensão do formador em promover a elaboração conceitual por parte dos alunos é observada por estes da seguinte maneira:

- A disciplina de Fisiologia é difícil. Eu acho que a forma como ele [o professor] passa para a gente não é difícil, porque esses assuntos que a gente está aprendendo, que às vezes eu acho simples, têm muita gente que fala: ah! É um horror, super complicado! Eu acho que é a maneira como ele explica que acaba facilitando. Ele deixa de uma forma mais clara, fala como funciona, relacionando muito com as coisas com o dia-a-dia. Eu acho legal!! (aluno 1).

- O professor faz muitas ligações de uma coisa com outra pra gente entender!! Você percebe que ele sabe muito e sabe passar pra gente, que isso é o mais importante!! Porque não adianta saber e não saber passar para você! Eu já tive professor assim aqui, que sabia muito, e no ano passado, nós tivemos que tirá-lo! Ele faz muita ligação entre uma coisa e outra. Ele não fala, por exemplo, de

respiração e pronto! Ele fala de um outro assunto, mas que está ligado com respiração. Ele faz essas ligações (aluno 2).

Esses depoimentos remetem à questão de que mesmo sendo muito reconhecida que a competência básica de todo professor/formador implica o profundo conhecimento dos conteúdos científicos de sua disciplina, é igualmente reconhecido que isso por si só não assegura condições adequadas para a promoção da elaboração conceitual nos alunos ou, no caso do ensino, uma atuação docente pautada em mediações pedagógicas adequadas. Para tal, é necessário que o professor/formador tenha domínio do conhecimento dos seus conteúdos de ensino, isto é, saiba integrar o conhecimento acadêmico dos conteúdos biológicos ao conhecimento pedagógico implícito em tais conteúdos, tornando-os pedagogicamente acessíveis para serem apropriados por seus alunos. Tal pensamento parece ir ao encontro de idéias de Fraser e Tobin (in MALDANER, 2000: 62) que, ao estudarem práticas eficientes de ensino, observaram que estas, além das crenças dos professores sobre ensino e aprendizagem, envolvem profundos conhecimentos pedagógicos e de conteúdos específicos. Isso se confirma nas palavras dos alunos abaixo transcritas.

- As coisas interessantes que ele traz são as explicações dele! Ele tem um conhecimento muito minucioso da matéria e isso faz com que você entenda. É impossível você não prestar atenção e não entender! Tem dúvida? Você pergunta, você questiona, mas é impossível você não entender! Não tem como a pessoa não entender, sair da sala com dúvida! Têm vezes que eu vou para casa e eu leio o livro de Fisiologia, trago algumas dúvidas e ele esclarece. Ele faz uns resumos, por exemplo, a gente vai estar vendo hipófise. Ele desenha a adenohipófise e faz uns caminhos mais curtos. Ele desenha na lousa e com esses desenhos você consegue assimilar melhor a matéria (aluno 3).

- A aula do professor é a melhor aula que tem, no meu ponto de vista. O que ele faz? Ele vai falar sobre sistema circulatório, ele põe doenças: olha acontece isso com esse fulano, por que? Ele vem na lousa, faz esquema, mostra: está vendo, é isso! Então fica uma matéria que ele põe totalmente a fisiologia no seu dia-a-dia, em tudo, em tudo!! Seu organismo inteiro, no que vai acontecer com você se você tiver uma reação diferente: é isso, por causa disso. Ele consegue deixar totalmente transparente a aula dele e é uma matéria que você fala: Eu sei como funciona isso!! Chama muito a atenção! É o jeito dele falar, ele vem e fala assim: isso aqui faz assim, o cálcio vai para tal lugar. Você fica prestando atenção no que ele vai fazer. Isso é que faz todo mundo prestar atenção na aula dele. Ele consegue mostrar a matéria dele totalmente no nosso dia-a-dia e incluir a matéria específica em tudo. Isso eu acho legal!! (aluno 4).

Tais depoimentos revelam que as estratégias utilizadas pelo formador para desenvolver os seus conteúdos de ensino, como a utilização de ilustrações/imagens acompanhadas de suas explicações, se destacam como um dos pontos fortes de seus modos de ensinar, indiciando que ele procura utilizar diferentes modos de representar e formular os conhecimentos científicos de sua disciplina. Isso parece estar de acordo com o que dizem Cerri et al. (2000) sobre a importância da utilização de ilustrações/imagens para tornar os conteúdos científicos acessíveis e apropriáveis pelos alunos.

- Ele sempre chama a atenção de todo mundo que está na sala. Ele expõe, ao mesmo tempo ele já coloca uma transparência: olha, aqui acontece isso! Já traz uma imagem! Porque às vezes ele está falando de um órgão, aí você fica: que órgão que

é? Se ele está mostrando o órgão: é essa região, é essa célula, está fazendo tal coisa! Acho que é importante a gente estar relacionando. Acho que isso aí é legal! Às vezes tem professor que pega o livro, fica lendo, só falando e você tem que ficar imaginando, lembrando o que ele está falando. Estar com uma coisa mais clara, uma imagem, você acaba relacionando melhor. Ele usa esquemas que ele mesmo faz, às vezes na lousa, eu acho legal também, porque ajudam (aluno 1).

Além dessas estratégias, outras utilizadas pelo formador para a compreensão por parte dos alunos sobre a elaboração de conceitos da disciplina dizem respeito ao emprego de textos científicos e sobre temas atuais, assim como de situações do cotidiano, próximas às experiências e vivências dos alunos.

- O professor faz você entender bastante ao trazer o dia-a-dia. Esse é o X!! O recurso importante do professor é essa dinâmica, trazer o que está no dia-a-dia, os exemplos! Você estar informado no cotidiano. Ele traz para o seu assunto de aula um exemplo prático que o aluno esteja familiarizado e joga a matéria nele, a coisa tende a ser mais fácil! (aluno 6).

- Os exemplos que ele dá são coisas que acontecem com a gente, acontece no meu organismo, no de todo mundo! Que nem ele estava falando da aula de sensores: o frio, por que você fica arrepiada? Na outra aula, por que você tosse? Então, tudo o que acontece com a gente! Por que acontece isso? Ele explica tudo!! (aluno 7).

- Todas as aulas ele traz material novo, sempre está trazendo coisa nova: olha! Saiu uma droga relacionada à fisiologia! Ele traz artigo de revista, de publicação. Ele sempre está trazendo coisas novas e colocando na matéria dele. Isso prende totalmente a atenção. Estimula você muitas vezes a estudar mais fisiologia. De recursos da aula dele, ele usa tudo que é possível (aluno 4).

Esses depoimentos, somados às demais falas acima, evidenciam que os alunos conseguem estabelecer relações entre a pretensão do formador para que eles desenvolvam uma compreensão dos conceitos científicos, isto é, uma elaboração conceitual deliberada, e os seus modos de ensinar. Nesse sentido, a pretensão do formador parece se confirmar nos depoimentos deles a seguir, ao falarem sobre suas aprendizagens, as quais em nenhum momento foram relacionadas ao sucesso nas provas/avaliações.

- Eu sei que aprendi quando ouço alguma reportagem científica, eu lembro alguma coisa e consigo entender. Eu entendo o que está escrito e me lembro de alguns detalhes que o professor fala, que eu aprendi. Eu sei que aprendi também quando alguém pergunta alguma coisa (aluno 5).

- Quando você sai e, por exemplo, uma pessoa te faz uma pergunta, ou você ouve conversas do assunto ou ouve na televisão e quando você menos espera, você está acompanhando a idéia ou quando você consegue responder uma pergunta. Você consegue e você mesmo se surpreende: ah! É verdade, acontece isso, isso e isso!! Então, ele [o professor] está conseguindo passar, porque você aprende! Você vê que você aprendeu, você vai conversar sobre o assunto e o assunto começa a rolar (aluno 6).

Tais depoimentos evidenciam que os alunos conseguem transferir os conhecimentos aprendidos no processo de ensino de fisiologia para outros contextos e para situações novas, bem como utilizar conhecimentos para solucionar problemas práticos. Também indiciam que o formador, ao procurar articular teoria e prática, conhecimentos científicos e conhecimentos cotidianos e ao trazer outras vozes como as dos textos científicos com temas atuais em suas estratégias pedagógicas, produziu sentidos e significados que lhes possibilitaram estabelecer relações dos conteúdos por ele ensinado com eles próprios, com os outros e com a vida.

A partir disso, pode-se dizer que os modos de ensinar do formador apresentam aspectos que promovem uma aprendizagem desejável para a elaboração de conhecimentos científicos pelos alunos. Como decorrência disso, seus alunos o vêem como um formador, que podem ter como modelo/referência para suas atuais e/ou futuras ações docentes:

- **A matéria de Fisiologia já me ajudou muito**, tanto no meu lado profissional, que eu trabalho fora, quanto também **para dar aula**, porque às vezes alguma informação interessante que ele deixou para a gente, esses paralelos que ele faz, essas pontes que ele faz, a gente consegue passar para os alunos e fazer com que os alunos prestem atenção. **Você toma como base o professor!** Então, no meio da aula você pára, conversa, você traz os alunos, puxa mais algumas outras coisas, que às vezes até foge da matéria que está sendo dada, mas não da Biologia em si (aluno 3).

- Eu acho que é a metodologia dele que vale para mim. O jeito que ele ensina aquela matéria! Inclusive, eu estou usando agora, porque é uma coisa que está prendendo a atenção dos alunos, coisa que eu nunca tinha conseguido! E eu vou lembrando da metodologia, da didática do professor, que eu acho que funcionava muito com a gente e eu vou expondo isso para os meus alunos (aluno 10).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da investigação evidenciam que a prática pedagógica do formador investigado apresenta aspectos que promovem em seus alunos uma aprendizagem atual desejável para suas elaborações de conhecimentos científicos e para suas futuras atuações no exercício da docência. Isso porque o formador tem uma preocupação em sistematizar os conceitos de sua disciplina, articulando-os com conhecimentos construídos cotidianamente pelos alunos, utilizando-se de recursos pedagógicos variados. Associado a isso, está a perspectiva dialógica posta em sala de aula, ao trazer textos com temas atuais, situações do cotidiano, que expressam outras vozes do conhecimento científico e do conhecimento cotidiano, as quais se articulam e confrontam-se no processo de elaboração conceitual pelos alunos.

Esta investigação sobre modos de ensinar de professores universitários tem importância para a formação docente inicial pois, é sabido que professores iniciantes, especialmente do ensino médio, se deparam com problemas que se referem a aspectos didáticos, em oposição a pessoais ou organizacionais e, assim, na busca de soluções para esses problemas, eles recorrem à imitação dos modos de atuação de seus formadores. Por isso, conforme expressa Imbernón (2001: 63), “o modelo aplicado (planejamento, estratégias, recursos hábitos e atitudes) pelos formadores atua também como uma espécie de 'currículo oculto' da metodologia”. Portanto, contribuições desta investigação se situam no fato de adentrar a sala de aula de um professor universitário de disciplina científica específica e de desvelar sua prática pedagógica, a qual permite vislumbrar possibilidades de melhoria na formação docente inicial, reafirmando a importância do papel mediador dos formadores dessas disciplinas na constituição docente de futuros professores.

Referências bibliográficas

- BAKHTIN, M. *Marxismo e filosofia da linguagem*. São Paulo: HUCITEC, 1997.
- BAKHTIN, M. *Questões de literatura e de estética*. 4ª ed. São Paulo: HUCITEC, 1998.
- CARVALHO, A. M. P. e GIL-PÉREZ, D. O saber e o saber fazer dos professores. In: CASTRO, A. D. e CARVALHO, A. M. P. (orgs.). *Ensinar a Ensinar*. São Paulo: Pioneira, 2001.
- CERRI, Y. N. S.; NADALINI, M. F. C.; SILVA, L. H. A. e PERUZZI, H. B. U. Modelo de Ensino Célula. In: ARAGÃO, R. M.R.; SCHNETZLER, R. P. e CERRI, Y. N. S (orgs.). *Modelos de ensino: corpo humano, célula, reações de combustão*. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000.
- CICILLINI, G. A. A produção do conhecimento biológico no contexto da cultura escolar do ensino médio: A Teoria da Evolução como exemplo. 1997. Tese de doutorado. Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas.
- FONTANA, R. A. C. *Mediação pedagógica na sala de aula*. Campinas: Autores Associados, 1996.
- GÓES, M. C. R. As relações intersubjetivas na construção de conhecimentos. In: GÓES, M. C. R. e SMOLKA, A. L. B. (orgs.). *A significação nos espaços educacionais: Interação social e subjetivação*. Campinas: Papirus, 1997.
- GÓES, M. C. R. A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: Uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. *Cadernos CEDES*. 1ª ed. Campinas, nº 50, pp. 21-29, 2000.
- IMBERNÓN, F. *Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza*. São Paulo: Cortez, 2001.
- MACHADO, A. H. *Aula de química: discurso e conhecimento*. Ijuí: UNIJUÍ, 1999.
- MALDANER, O. A. *A formação inicial e continuada de professores de química*. Ijuí: UNIJUÍ, 2000.
- MARCELO, C. G. *Formação de Professores – para uma mudança educativa*. Barcelona: Porto Editora, 1999.
- SCHNETZLER, R. P. O professor de ciências: problemas e tendências de sua formação. In: SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. R. (orgs.). *Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens*. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000.
- SHULMAN, L. Those who understand: the knowledge growths in teaching. In: *Educational Research*. nº 2, vol. 15, pp. 4-14, 1986.
- SMOLKA, A. L. B. A Esboço de uma perspectiva teórico-metodológica no estudo de processos de construção de conhecimento. In: GÓES, M. C. R. e SMOLKA, A. L. B. (orgs.). *A significação nos espaços educacionais: Interação social e subjetivação*. Campinas: Papirus, 1997.
- SMOLKA, A. L. B. O (im)próprio e o (im)pertinente na apropriação das práticas sociais. *Cadernos CEDES*, Campinas, nº 50, pp. 26-40, 2000. In: SMOLKA, A. L. B; GÓES, M. C. R. (orgs.). *A linguagem e o outro no espaço escolar: Vygotsky e a construção do conhecimento*. 9ª ed. Campinas: Papirus 2003.
- VYGOSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 2000a.
- VYGOTSKY, L. S. Psicologia concreta do homem. *Educação & Sociedade*, Campinas: CEDES, nº 71, pp. 21-44, 2000b.
- VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e Linguagem*. 2ª ed. São Paulo: Martins fontes, 2000c.
- VYGOTSKI, L. S. *Obras escogidas II*. Madrid: Centro de Publicaciones del MEC y Visor Distribuciones, 1993.