

## AVALIAÇÃO, ENSINO E APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS

### SCIENCES TEACHING, LEARNING AND EVALUATION

*José Luis P. B. Silva, joseluis@ufba.br*  
*Edilson Fortuna de Moradillo, edilson@ufba.br*  
*Instituto de Química da UFBA*  
*40170-290 Salvador BA*

#### **RESUMO:**

A avaliação escolar é discutida como atividade cotidiana de colaboração entre professores e alunos na busca do conhecimento científico. Fundamentados em uma concepção dialética do conhecimento, repudiamos a avaliação puramente classificatória praticada nas escolas e propomos que a crítica ocupe lugar central na interação professor-aluno-conhecimento, de modo que a avaliação se volte para a dinâmica da construção dos significados. A experimentação deste conceito de avaliação no ensino superior de química tem produzido alguns bons resultados: maior participação dos alunos em aula, mais e melhores críticas, ensino mais conseqüente. A maior dificuldade tem sido romper o vínculo estabelecido pelos alunos entre realização de atividades e atribuição de notas, pois encontram-se fortemente condicionados pela avaliação classificatória.

**Palavras-chave:** ensino de ciências, avaliação escolar, concepção dialética de conhecimento

#### **ABSTRACT:**

Teaching/learning evaluation at school is discussed as collaboration between teachers and pupils during scientific knowledge searching in their everyday activities. Based on a dialectic conception of knowledge, we reject the mere grading evaluation which is habitually done at schools and suggest that the critical thinking should play the central role in teacher-pupil-knowledge interaction. Therefore, evaluation should focus on the construction dynamics of meanings. Experiments of this evaluation concept with the teaching of university chemistry have led to some good results: more participation of the students during classes, more and better critical thinking, and thus a more effective teaching. The major difficulty found was to break the tie established by pupils between class activities and grading, since they are conditioned by a classification type of evaluation.

**Key words:** science teaching, school evaluation, dialectic conception of knowledge

## INTRODUÇÃO

Este artigo discute a avaliação escolar como um componente do processo educativo que tem como finalidades orientar o ensino e facilitar a aprendizagem das ciências. Entendemos que o ensino tem como objetivo a aquisição de conhecimento pelos alunos. O ensino se realiza quando alunos e professores atingem a congruência acerca dos significados em discussão (Gowin, 1981; Moreira, 1990). O processo requer que o professor avalie se os significados que os alunos estão captando são aqueles planejados para serem aprendidos e os alunos devem avaliar se estão captando os significados propostos pelo professor para, então, elaborar sua crítica. Nesta concepção de ensino, professor e alunos necessitam avaliar continuamente o conhecimento que circula em aula para estabelecer os patamares de entendimento. Assim, o ato de avaliar é intrínseco ao ensino.

Após o ensino, pode acontecer a internalização dos significados captados, gerando aprendizagem. A assimilação de significados exige que os alunos relacionem as novas informações trazidas à aula com o conhecimento que possuíam anteriormente ao ensino (Ausubel et al., 1980; Moreira, 1983). Cabe aos alunos, além de analisar as possíveis relações entre conhecimento novo e conhecimento prévio, avaliar o potencial dos significados emergentes na sua interação com o ambiente social e natural, para poder decidir sobre sua aprendizagem. Logo, a avaliação é também intrínseca à aprendizagem.

Portanto, seria de esperar que a avaliação escolar fosse uma atividade cotidiana de colaboração entre professores e alunos na busca do conhecimento. Entretanto, não é o que acontece. O processo avaliativo corriqueiramente empregado nas escolas "é atravessado mais por uma pedagogia do exame que por uma pedagogia do ensino/aprendizagem" (Luckesi, 1997: 18) e assim, mais afasta que aproxima os alunos do estudo.

Creemos que a avaliação deve ser discutida e reelaborada diariamente na sala de aula, de modo a aumentar a eficácia do ensino e ajudar no esclarecimento dos significados, produzindo razões para a aprendizagem. No texto que segue, discutiremos, inicialmente, a avaliação predominante nas escolas, voltada para a classificação dos alunos, e depois apresentaremos as idéias que formulamos em nosso trabalho docente.

## AVALIAÇÃO ESCOLAR PARA A CLASSIFICAÇÃO

No nosso dia a dia é comum encararmos a realidade de modo fragmentado e estático. Desse modo, o mundo nos aparece com um modo determinante de produzir bens materiais — a mercadoria — com um modo prevaecente de produzir conhecimento — a ciência — e com um modo estruturante de produzir relações sociais — a sociedade capitalista.

A escola é uma instituição que tende a reproduzir, dentro do seu espaço e na sua dinâmica, as relações sociais vigentes, que são, em essência, relações excludentes. Portanto, o contexto em que ocorre qualquer avaliação expressa as relações de poder que em determinado período histórico os atores sociais estão envolvidos. Imersos nessa realidade estagnada, congelamos os processos sociais e não percebemos a reprodução das relações de poder dominantes na sociedade nas ações educativas que praticamos.

Em geral, o papel da avaliação escolar é de verificar o desempenho dos alunos frente a situações padronizadas. Esse desempenho é traduzido em notas de acordo com a

maior ou menor proximidade das respostas em relação às normas e resulta em uma classificação dos alunos para a promoção.

A avaliação com ênfase na classificação é a forma preponderante na escola, com as conseqüentes altas taxas de reprovação e evasão, principalmente das classes populares, que dispõem de menos condições materiais para estudar e mais se afastam dos padrões classificatórios estabelecidos. A falta de percepção da real dimensão do contexto faz com que os professores usem a avaliação escolar como instrumento de controle e de discriminação social, abrindo espaço para a estigmatização dos alunos como inteligentes e burros, capazes e incapazes, entre outros rótulos. Como nota Vasconcelos (1993: 26):

"O professor, de modo geral, não tem consciência de que é mais um agente desse jogo de discriminação e dominação social. Faz simplesmente aquilo que 'sempre foi feito na escola', para o que, além do mais, recebeu os fundamentos na sua graduação. Não percebendo, inicialmente, a real dimensão do problema, sua procura é de técnicas mais apropriadas, para que, tanto ele como seus alunos, possam se sentir melhor em relação à avaliação".

A ausência de discussão da avaliação escolar pelos docentes, no âmbito mais geral das relações sociais historicamente determinadas, conduz à aceitação da exclusão como algo natural. Nesse panorama a realidade social apresenta-se congelada, com autonomia em relação às ações humanas. Decorre daí a perda de todo o sentido de um processo de ensino/aprendizagem criativo, pois não há o que mudar. Então, o conhecimento escolar se restringe a uma ciência dogmática necessária ao aprender a fazer, condição para que os cidadãos adaptados à ordem vigente possam ingressar no mercado. Lembra Vasconcelos (1993: 27) que "a religião conseguia a submissão passiva, no entanto, do operário se espera a submissão ativa, envolvendo a sua vontade".

Por outro lado, os alunos encontram dificuldades para examinar criticamente a situação em que se encontram. Submetidos desde o ensino fundamental à inculca de imagem do professor como "detentor do saber verdadeiro" (Kenski, 1988: 134), desconhecem outras finalidades da avaliação diferentes da classificação para a promoção, de modo que esta torna-se natural também aos seus olhos. Os alunos, porém, resistem ao poder docente, identificando "meios para controlar o controle exercido pelo professor" (Sousa, 1997: 130), dominando as normas de avaliação e antecipando ações punitivas. Como observa Luckesi (1997: 18):

"Os alunos têm sua atenção centrada na promoção. (...) Procuram saber as normas e os modos pelos quais as notas serão obtidas e manipuladas em função da promoção de uma série para outra. (...) O que predomina é a nota: não importa *como* elas foram obtidas nem *por quais caminhos*. São operadas e manipuladas como se nada tivessem a ver com o percurso ativo do processo de aprendizagem" (grifos do autor).

Tomada isoladamente a observação de Luckesi poderia ser subscrita pela maioria dos professores: é corrente a queixa de que "os alunos só se preocupam com as notas". Entretanto, os professores não se dão conta de que a avaliação que realizam é a causa dessa preocupação, que notas altas representam a garantia da continuidade dos estudos no próximo período, e que aprimorar-se é um objetivo legítimo de todo cidadão.

A avaliação com objetivos classificatórios é algo em permanente tensão já que a relação de poder entre quem avalia e quem é avaliado é estabelecida de forma unilateral, tendo como pressuposto alguém que ensina e detém o conhecimento, e o outro, aquele que está sendo ensinado e não possui o conhecimento. Então, a relação entre concepção de conhecimento do professor e avaliação é de fundamental importância.

Compatível com a visão de um universo imutável é o entendimento do conhecimento como algo dado, extra-social, presente na concepção de ciência positivista. Sob este rótulo convivem posições heterogêneas que convergem para a idéia da ciência como o único tipo de conhecimento válido e que têm em Auguste Comte seu grande representante. Sua validade estaria baseada na suposição de que o conhecimento científico seria caracterizado por objetividade, método, precisão, perfeição, desinteresse, utilidade, necessidade, explicação e prospecção (Cupani, 1985: 14-19). Na vertente positivista o conhecimento está pronto, à espera do desvelamento por aqueles que adquirem um saber-fazer; os conceitos científicos são estáticos, encontram-se nos fatos aguardando a observação que levará à sua descoberta: "Todos os bons espíritos repetem, desde Bacon, que somente são reais os conhecimentos que repousam sobre fatos observados" (Comte, 1991: 5).

A posição comteana pretende um conhecimento unificado, universal, reduzido a princípios gerais, imutáveis, organizado de maneira permanente. A unificação das diversas ciências se daria através da filosofia positiva, que tem por finalidade "determinar exatamente o espírito de cada uma delas, (...) em resumir, se for possível, todos os seus princípios próprios num número menor de princípios comuns, conformando-se sem cessar às máximas fundamentais do método positivo" (Ibidem: 12). Em decorrência, o ensino de ciências poderia se constituir na "base duma nova educação geral, verdadeiramente racional", reduzindo as diferentes ciências "ao que constitui seu espírito, isto é, seus métodos principais e seus mais importantes resultados" (Ibidem: 16) .

Ainda segundo Comte (Ibidem: 15), a filosofia positiva visa "o conhecimento preciso das regras gerais convenientes para proceder de modo seguro na investigação da verdade", verdade essa que tende ao absolutismo, pois que precisa e segura. Ademais, a filosofia positiva estaria "destinada a organizar, duma maneira permanente" (Ibidem: 17) o conhecimento científico, produzindo uma visão acumulativa e contínua da história, dentro da qual "a organização moderna do mundo dos cientistas estará, então, completamente fundada, podendo desenvolver-se indefinidamente, ao mesmo tempo que conserva o mesmo caráter" (Ibidem: 12)

Essa concepção de conhecimento, aliada a uma formação pedagógica reprodutivista conduz a uma prática docente conservadora, onde a busca da transformação social encontra-se ausente.

Nessa pedagogia, o ensino consiste na transmissão de conhecimentos do professor ao aluno, de acordo com algum método considerado seguro e preciso, os conceitos são organizados de modo definitivo. Coerentemente com a idéia que a "fixidez é a primeira condição duma verdadeira ordem social" (Ibidem, 1991: 18) a aprendizagem é suposta como recepção passiva, ordenada, igual para todos os alunos. Assim, não se consideram como determinantes da aprendizagem os conhecimentos que os alunos trazem à sala de aula, nem o contato, a aproximação, a captação e a internalização do conhecimento novo. A idéia de aprendizagem por recepção passiva pressupõe um processo causal conduzido de fora dos alunos: o professor ensina e, por isso, os alunos aprendem. Aprender se reduz a assistir às aulas e a estudar o material indicado, para fixação. Como, na ótica dos

professores, as aulas e a bibliografia recomendada são perfeitamente adequadas, a avaliação da aprendizagem não precisa considerar o processo, mas apenas, o resultado. Se estes não são bons é porque os alunos não cumpriram com sua parte.

Comumente, a avaliação não faz parte do dia a dia das disciplinas, constituindo-se em um momento de confronto entre professores e estudantes: a hora da prova. Não há parceria, cooperação entre professores e alunos, mas, uma competição em que os professores tentam submeter os alunos a comportamentos padronizados e os alunos lutam contra o que percebem como obstáculo à sua promoção. Os critérios definidos pelos professores para atribuição de notas não são explicitados e/ou discutidos com os alunos que, na tentativa de interpretar os sinais que lhes informem de como serem aprovados, apelam até para a memorização mecânica dos conteúdos ensinados. Muitas vezes o expediente funciona a contento, pois as provas não exigem mais que a repetição das aulas. Em outras ocasiões, as provas requerem conhecimento de aspectos demasiadamente específicos e o esquecimento de detalhes pode ser fatal.

As notas baixas costumam ser interpretadas como resultantes de aprendizagem incorreta, estudo insuficiente ou falta de base para aprender. Porém, a discussão dessas questões, suas causas e as possibilidades de encaminhamento para sua solução não fazem parte da avaliação escolar. Rever o ensino, nem pensar, pois "o curso tem que prosseguir e não há tempo para ensinar tudo de novo". Se os alunos não aprenderam, "o problema é deles".

De fato, o que se chama de avaliação escolar costuma ser apenas uma verificação de aprendizagem, pois das informações obtidas não se extraem quaisquer conseqüências para o ensino e a melhoria da futura aprendizagem. As informações a respeito dos conhecimentos dos estudantes prestam-se apenas à geração de notas para a classificação.

Nesse modo específico de avaliação acredita-se que a prova seja um modo preciso e objetivo de verificar a aprendizagem dos alunos. As provas e testes cumpriram o papel de por a nu o conhecimento presente nas mentes dos estudantes. A busca da objetividade e da precisão acaba por limitar a avaliação a aspectos do conhecimento facilmente padronizáveis como definições, procedimentos de cálculo, confecção de diagramas, enfim, "ao mais facilmente mensurável, evitando tudo que possa dar lugar a respostas imprecisas" (Alonso Sánchez et al., 1996: 17).

Uma crença bastante difundida é a de que as provas são bons instrumentos e que não há alternativa possível sem perda de rigor da avaliação. Entretanto, os raciocínios dos alunos não são avaliados porque, em geral, nas respostas às questões falta texto. São respostas que não fornecem informações suficientes para analisar que significados os alunos aprenderam, o que nos leva a concluir que a avaliação tradicional não é o único tipo possível, nem possui rigor algum.

Concordamos com Luckesi (1997: 100) quando afirma que sem uma "perspectiva dinâmica de aprendizagem para desenvolvimento, a avaliação não terá espaço; terá espaço, sim, a verificação, desde que ela só dimensiona o fenômeno sem encaminhar decisões. A avaliação implica a retomada do curso de ação, se ele não tiver sido satisfatório, ou a sua reorientação, caso esteja se desviando. A avaliação é um diagnóstico da qualidade dos resultados intermediários ou finais; a verificação é uma configuração dos resultados parciais ou finais. A primeira é dinâmica, a segunda é estática."

## **AValiação ESCOLAR PARA A FORMação**

De acordo com Sousa (1997: 131), a "condição necessária para um redirecionamento do significado da avaliação escolar, como dimensão intrínseca do processo educacional" é o "compromisso com uma prática capaz de promover permanência, terminalidade e ensino de qualidade para todos". A avaliação deve ter como perspectiva a procura de soluções para o problema maior a ser enfrentado na aprendizagem, que é o da superação — permanente e incessante — da realidade social.

Partimos de uma concepção dialética da realidade, em que o mundo é um todo relacionado que muda sem cessar. Os homens não se distinguem da natureza, numa existência independente. Ao mesmo tempo em que o homem faz parte da natureza, a natureza se inclui nas relações sociais, com os homens ultrapassando as simples necessidades da sua sobrevivência, transformando as coisas ao seu redor e sendo por elas transformado, fazendo história.

Embora a escola seja um local de reprodução das relações sociais hegemônicas, também é um lugar onde se pode exercitar a transformação. Não há possibilidade de um controle absoluto sobre as atividades escolares, de modo que existe espaço para a crítica da prática pedagógica e a realização de mudanças.

Nessa linha de pensamento, a avaliação escolar serve à formação dos alunos e professores para o exercício de seus direitos e a busca da realização de seus desejos. É preciso considerar que cada um chega à sala de aula munido de uma experiência de vida e de uma expectativa em relação à escola distintas dos demais e que vão influenciar sua futura aprendizagem. Não se deve esperar que todos lidem com o conhecimento do mesmo modo, nem que aprendam igualmente. Por isso, não existem padrões pré-definidos para servir de critérios de avaliação.

Entretanto, qualquer avaliação pressupõe critérios a partir dos quais se valoram os resultados. Muitos crêem que os critérios que utilizam são neutros, imparciais, pois empregam instrumentos supostamente objetivos, como as provas tradicionais. Não é verdade. Os critérios de avaliação estão vinculados à concepção de conhecimento do professor e, portanto, não podem ser neutros nem únicos. A esse respeito André (1996: 17) nos recorda que as "normas e critérios são fruto de uma construção social, mas são difundidos como se fossem a única forma possível de conceber a realidade. E a partir deles são tomadas decisões e definidas ações que afetam destino social dos indivíduos". Para que os critérios de avaliação sejam eficazes devem ser construídos coletivamente por professores e alunos em relação aos objetos de estudo. Inclusão é uma palavra-chave dessa construção.

O objetivo da avaliação não é a atribuição de notas, mas, a facilitação da aprendizagem dos alunos e a orientação do ensino do professor: avaliação, ensino e aprendizagem tornam-se facetas de um único processo educativo.

Num universo em permanente transformação, o conhecimento não é estático, contido em resultados gerais e imutáveis e externo aos sujeitos, como queria Comte, mas, construído através das relações que se estabelecem entre sujeito e objeto e dão origem aos conceitos. Essas mesmas relações não são definitivas, mudam com o passar do tempo, à medida que os sujeitos adquirem mais informações e desenvolvem outros modos de ler o mundo. Assim, o ato de conhecer está fundamentalmente associado à dinâmica de toda uma teia de relações existente entre sujeito e objeto. O conhecimento exibido por alguém

em dado instante e lugar é apenas um flagrante do movimento das relações conceituais situado historicamente.

Portanto, não há sentido em verdades científicas absolutas, acabadas, transcendentais. A verdade é construída, imanente às relações sociais, é algo que devém (Kosik, 1976). Os resultados da prática científica são provisórios, vinculados aos problemas que lhes deram origem, sujeitos a contestações por novas situações que não venham a explicar. As idéias e procedimentos que constituem a ciência mudam ao longo do tempo, conceitos mais abrangentes substituem ou englobam os mais específicos, teorias surgem e são destruídas. Permeando toda essa atividade estão as disputas de poder internas à comunidade científica e entre os cientistas e os financiadores da pesquisa. Talvez a verdade mais permanente da ciência seja que estamos sempre reinterpretando o mundo que nos cerca à luz de novas idéias e experiências.

A prática pedagógica que se baseia numa concepção dialética do conhecimento tem que estar centrada no processo de construção do conhecimento em sala de aula e não apenas nos resultados. Claro está que, mesmo provisórios, os resultados da ciência devem ser passíveis de entendimento por todas as pessoas, ao menos no nível da alfabetização científica (Chassot, 2000). Porém, o que a ciência nos pode ensinar de mais fecundo é seu próprio processo de produção de conhecimento, que também precisa ser discutido nas escolas em nível introdutório. Ao estudar como os conceitos são construídos e o que explicam, os alunos estão aprendendo como outros aprenderam e podem perceber suas potencialidades, aprender eles mesmos a aprender.

Não se trata de transformar o ensino da ciência em ensino de metodologia científica. O importante é que a ciência seja tratada como uma atividade humana, sujeita a influências de todo tipo, diferentemente da imagem freqüentemente divulgada da ciência como uma prática neutra e desinteressada, realizada por seres exóticos ou geniais. Fundamental é que os alunos compreendam que a ciência não é um conjunto de conclusões acerca de determinado objeto, porém, o movimento da teia de relações construídas entre sujeito e objeto.

Na concepção dialética do conhecimento o exercício da crítica ocupa lugar central no processo de ensino/aprendizagem. Se na perspectiva positivista a avaliação se referencia naquilo que foi transmitido, já que os alunos são considerados passivos, na concepção dialética a avaliação vai se voltar para a dinâmica da criação, pois os alunos são vistos como participantes ativos do processo de aprendizagem. De coadjuvantes de um processo de conhecimento que tende a se esgotar naqueles ensinamentos, os estudantes passam a atores e autores do aprender a aprender, avançando através do exercício da crítica e da avaliação.

Para aprender a aprender é preciso estar em permanente avaliação de aprendizagem. A ação avaliativa deverá estar sempre presente ao longo do processo, sendo ela mesma avaliada, renovando-se constantemente. Assim, é a própria construção do conhecimento que está em avaliação, verificando o construído, examinando significados, redirecionando caminhos, facilitando o avanço dos alunos na aquisição dos conhecimentos (Darsie, 1996: 49-50).

Uma educação que vise o desenvolvimento dos alunos deve se basear na cooperação entre professores e alunos. Embora o professor seja mais experiente e conheça o assunto em discussão, não deve monopolizar as decisões. A participação do aluno na avaliação é fundamental para apossar-se da sua aprendizagem. Não é suficiente ser ativo

apenas de modo interno, mental, incorporando os significados captados. É preciso agir socialmente, partilhar seus significados com os colegas e o professor, expor-se à crítica e criticar, falar e ouvir, perguntar e responder, conhecer e valorar tanto o conhecimento aprendido quanto o processo de ensino/aprendizagem.

Nesse contexto, as tradicionais provas não fazem sentido. Certamente, toda avaliação de aprendizagem requer a verificação de conhecimentos dos alunos. Entretanto, não deve parar por aí. É necessário proceder a análise das informações de modo a elaborar a crítica da aprendizagem e do ensino praticado, pois, se o ensino não assegura a aprendizagem, tem como função facilitá-la. Desse modo, a avaliação da aprendizagem dos alunos é, simultaneamente, avaliação do ensino do professor. Como resultado das avaliações tem-se a manutenção ou o redirecionamento do ensino, sempre no sentido de melhorar a aprendizagem dos alunos. No dizer de Romão (1998: 63-64),

“uma concepção dialética de educação e, conseqüentemente, de avaliação, parte da realidade concreta para organizar a reflexão sobre ela e, em seguida, intervir nessa mesma realidade, de modo mais consistente, no sentido da mudança do sentido dos processos em benefício da maioria dos envolvidos”.

## ARTICULANDO TEORIA E PRÁTICA

O quadro seguinte sumariza as idéias desenvolvidas nas seções anteriores, contrapondo-as. Na prática, estes modelos servem a descrições aproximativas da realidade escolar que, na sua complexidade pode apresentar características de uma e outra posição. Fazer preponderar a avaliação formativa em sala de aula tem sido objeto de nosso esforço, como professores universitários de química, no sentido de transformar as relações de poder no interior da universidade.

<b>AVALIAÇÃO CLASSIFICATÓRIA</b>	<b>AVALIAÇÃO FORMATIVA</b>
Realidade estática e fragmentada	Realidade: totalidade que muda
Reprodução das relações sociais	Transformação das relações sociais
Exclusão, controle, estigma	Inclusão, compreensão, valorização
Critérios padronizados, não explicitados	Critérios discutidos coletivamente
Ausência de crítica: submissão ativa	Crítica: participação criativa
Competição entre alunos e professores	Cooperação entre alunos e professores
Conhecimento e ciência positivista	Conhecimento dialético
Professor detentor do saber verdadeiro	Professor orientador mais experiente
Processo: transmissão/recepção passiva	Processo: discussão, recepção ativa
Avaliação pontual, simples verificação	Avaliação processual, cotidiana
Resultados: responsabilidade dos alunos	Resultados: retroalimentação do processo
Instrumento: prova	Instrumentos vários

Temos desenvolvido este trabalho em várias disciplinas que ensinamos: Química Geral, Físico-Química, Prática de Ensino de Química, História da Química. No relato que segue, tomaremos como exemplo uma disciplina semestral de Química Geral para não-químicos (estudantes das Engenharias, Física, Geofísica e Geologia) ministrada no Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia. A maioria dos alunos da disciplina encontra-se cursando o primeiro ano, com grande parte de recém-ingressos. O objetivo principal da

disciplina é estudar a matéria (constituição, estrutura, propriedades) e suas transformações, incluindo os aspectos cinéticos e energéticos. Estabelecemos uma metodologia de ensino onde empregamos aulas expositivas, discussões coletivas, trabalhos em grupo e individuais.

Nas primeiras aulas do curso, procuramos identificar as concepções dos alunos acerca dos principais conceitos a estudar: matéria e energia. Consideramos importante saber como os alunos conceituam os estados sólido, líquido e gasoso, se possuem a noção de corpúsculo material, de sua natureza, e se empregam-na para explicar as propriedades macroscópicas da matéria. Para isso, fornecemos aos alunos três tubos fechados contendo um sólido, um líquido e um gás (um em cada tubo) e exploramos a situação através de um questionário [#].

É necessário, também, conhecer como os estudantes concebem a energia associada às reações. Conceitos como: conservação, conversão e transferência de energia são discutidos em relação à combustão de uma vela [#]. Essas informações constituem uma referência para o planejamento do ensino e identificação de mudanças no conhecimento dos alunos ao longo do período letivo.

As aulas expositivas, realizadas pelo professor, têm por finalidade introduzir os assuntos novos, realizar sínteses, manter o rumo dos objetivos acordados. Nas discussões coletivas que seguem às exposições, trabalhamos situações-problema próprias da disciplina. Por exemplo, como explicar a produção de calor por uma reação de combustão. As propostas dos alunos (transformação, liberação de energia, etc.) são submetidas à crítica do grupo, os estudantes são estimulados a tomar partido de uma ou outra explicação. Daí emergem problemas conceituais, como: natureza teórica ou empírica da conservação da energia, a diversidade dos conceitos de calor, a medida da energia, leitura textual de expressões matemáticas [&], interpretação microscópica dos processos materiais e energéticos da combustão. Desse modo, exercitamos a cooperação entre os alunos na busca das soluções dos problemas propostos, discutimos as razões para optar por um ou outro encaminhamento, exploramos as conexões entre teoria e experiência, criticamos a bibliografia recomendada para a disciplina. Entremeadas com as questões específicas da química, discutimos também sobre mudança conceitual e resistência (os conceitos históricos de calor e sua confusão com a temperatura e a energia), conexões entre descrição textual e formal dos fenômenos. Em suma, tratamos de agir e refletir coletivamente buscando um aprimoramento da ação.

As discussões coletivas constituem o centro das atividades do curso, pois é o momento em que ensino, aprendizagem e avaliação convivem dialeticamente. O debate conceitual proporciona a exposição do conhecimento químico dos alunos e a avaliação ocorre naturalmente, como parte da aula, sem tensões desnecessárias. Desse modo, os erros que possam surgir, de acordo com os critérios adotados, são devidamente analisados com vistas à superação, entendidos como uma etapa natural da aprendizagem e aproveitados como instrumentos de ensino.

Um aspecto bastante significativo da discussão coletiva ocorre quando um grupo de estudantes consegue convencer outro da propriedade de suas críticas. O ensino e a aprendizagem são fortalecidos porque argumentos apresentados por colegas não têm o

---

[#] Os instrumentos utilizados no levantamento das concepções dos alunos serão descritos em outro trabalho, em preparo.

[&] Por exemplo, a leitura da equação  $\Delta U = Q + W$  é que a variação da energia interna do sistema decorre do fato do sistema ter sido submetido a processos de transferência de energia, que podem ser calor e trabalho. Isso significa associar a equação aos fenômenos e resgatar sua historicidade, o que é muito mais que utilizar uma simples relação matemática entre grandezas.

peso da autoridade que o discurso do professor possui e, se são acatados é porque são convincentes.

Paralelamente, são realizados trabalhos individuais escritos, em relação aos diversos temas discutidos nas aulas. Nestes trabalhos, o propósito é avaliar o encadeamento de idéias de cada um no tratamento de um assunto específico ou resolução de problema. Um bom exemplo é o problema do cálculo da temperatura de equilíbrio alcançada pela mistura de duas massas d'água com temperatura iniciais diferentes. A solução mais difundida em livros didáticos baseia-se na teoria do calórico: parte da igualdade entre duas quantidades de calor — uma, cedida pelo corpo mais quente e outra, recebida pelo corpo mais frio — e emprega expressões matemáticas do calor sensível para calcular o valor pedido. A solução moderna (termodinâmica) se baseia na igualdade da variação de energia de cada sistema, que é uma função da temperatura, o que possibilita o cálculo da temperatura de equilíbrio. O que vai ser avaliado na resolução individual de um problema deste tipo é a linha de raciocínio do aluno: se considerou a existência de uma transferência de energia (calor) ou duas (liberação e absorção), se emprega a noção de energia interna na análise do fenômeno, como desenvolve a explicação textual e insere as equações no texto. Obviamente, a correção dos cálculos é considerada na avaliação, mas é apenas parte da resolução. O mais importante é o processo global: como o aluno interpreta os fenômenos, equaciona o problema e chega a uma resposta.

O trabalho é avaliado de acordo com as contribuições dos alunos à construção do conhecimento. Um critério de avaliação muito importante é o compromisso com o trabalho na disciplina: é preciso que cada um cumpra suas tarefas dentro dos prazos acordados, que traga as dúvidas resultantes do estudo para discussão em sala, que procure evidenciar as dificuldades de aprendizagem e as falhas do ensino.

Nas discussões, buscamos avaliar a clareza da linguagem e as justificativas apresentadas para posições assumidas, analisando a coerência da argumentação. A correção do ponto de vista defendido pelo aluno é avaliada à parte.

Um aspecto decisivo para a aprendizagem é a recepção, pelos alunos, de crítica às suas idéias: um apego a uma posição inconsistente, o emprego de argumentos ad hoc, dificuldade de compreender argumentos contrários aos seus, revelam resistência conceitual forte e necessidade de maior atenção por parte do professor.

Outros aspectos importantes na avaliação são a cooperação entre alunos, respeito mútuo, sem o que o trabalho coletivo sai prejudicado, pois a ajuda que um colega pode prestar a outro é grande. Durante as discussões e correções coletivas de trabalhos realizados individualmente, muitos estudantes fornecem explicações claras e detalhadas que facilitam a compreensão por seus colegas. Isso não apenas consolida o conhecimento do aluno que explica, mas também, pode mostrar para o outro estudante que todos podem aprender.

Toda avaliação depende de decisões a respeito do que avaliar, de como avaliar e para que avaliar, o que não está dado antes do processo de ensino/aprendizagem. O acordo desenvolvido por alunos e professores em torno dos objetivos da disciplina, o trabalho para sua consecução ao longo do curso e a definição de papéis de cada um durante a convivência, dão legitimidade e objetivam o processo avaliativo.

Nós, professores, temos aprendido a perceber e valorizar as transformações que os alunos têm podido realizar ao longo de um curso, considerando as situações de cada um. Aprendemos, ainda, a elaborar juntamente com os alunos, estratégias de ensino alternativas

que venham a facilitar-lhes a compreensão das novas informações, de modo a atingir os objetivos propostos no início do período letivo.

A articulação entre avaliação, ensino e aprendizagem tem contribuído para a construção coletiva do conhecimento durante os cursos que temos ministrado. Os alunos têm tido boa participação nas discussões, elaborando a crítica e contribuindo com o ensino dos colegas e, também, mostrado maior disponibilidade para se expor à crítica do grupo. Desse modo têm conseguido assimilar o conteúdo de química.

A classificação, exigência do sistema universitário, resulta da aproximação dos alunos dos objetivos traçados. Concorrem para isso os diversos aspectos da avaliação citados acima. A valoração numérica da avaliação pode ser de modo parcial, vinculada a grupos de atividades, ou ao fim do semestre, de uma só vez. No caso de disciplina de química geral, em que os alunos são de primeiro ano e possuem forte expectativa quanto às notas, a valoração parcial parece ser mais adequada, pois tranqüiliza os estudantes. Em se tratando de disciplina com alunos mais maduros — história da química, prática de ensino de química — não faz diferença se a valoração é feita de modo parcial ou final. Em ambas situações, a avaliação é cotidiana, inerente ao ensino e à aprendizagem, apontando eventuais manutenções ou correções de rumo, mesmo que não seja traduzida momentaneamente em números. Temos tido poucos alunos reprovados, aqueles que apresentaram pequenas mudanças entre o início e o fim do curso. Foram estudantes que participaram muito pouco das atividades, que não mantiveram compromisso com o curso e não reelaboraram seus conhecimentos.

De modo geral, temos tido relativo sucesso, considerando as limitações estruturais e circunstanciais do trabalho docente universitário. Um ponto a destacar é que em turmas numerosas (acima de vinte alunos) há maior possibilidade de dispersão e menor contato entre professor e aluno, o que prejudica o ensino, com conseqüências indesejáveis para o refinamento da avaliação. A maior dificuldade consiste no estabelecimento do compromisso dos alunos com a aprendizagem independentemente da atribuição de notas, pois encontram-se fortemente condicionados a estudar para fazer provas. É onde nosso esforço de transformar as relações de poder no interior da sala de aula universitária tem encontrado maior resistência.

Contudo, ao tratar integradamente ensino, aprendizagem e avaliação, cremos estar possibilitando aos alunos refletir sobre uma concepção de realidade como uma totalidade articulada, socialmente determinada e historicamente situada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO SANCHÉZ, M. et alli. (1996). Evaluar no es calificar. La evaluación y la calificación en una enseñanza constructivista de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, n.30, p.15-26.

ANDRÉ, M. E. D. A. (1996). Avaliação escolar: além da meritocracia e do fracasso. *Cadernos de Pesquisa*, n.99, p.16-20.

AUSUBEL, D.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.

COMTE, A. (1991). *Curso de Filosofia Positiva*. São Paulo: Nova Cultural (Os Pensadores).

CUPANI, A. (1985). *A Crítica do Positivismo e o Futuro da Filosofia*. Florianópolis: Editora da UFSC.

CHASSOT, A. (2000). *Alfabetização Científica*. Ijuí, RS: Ed. Unijuí.

DARSIE, M. M. P. (1996). Avaliação e aprendizagem. *Cadernos de Pesquisa*, n.99, p.47-59.

GOWIN, D. B. (1981). *Educating*. Ithaca, NY: Cornell University Press.

KENSKI, V. M. (1988). Avaliação da aprendizagem. In: VEIGA, I. P. A. (coord.) *Repensando a Didática*. Campinas: Papirus.

KOSIK, K. (1976). *Dialética do Concreto*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

LUCKESI, C. C. *Avaliação da Aprendizagem Escolar*. São Paulo: Cortez, 1997.

MOREIRA, M. A. (1990). *Pesquisa em Ensino: o vê de Gowin*. São Paulo: EPU.

MOREIRA, M. A. (1983). *Uma Abordagem Cognitivista ao Ensino da Física*. Porto Alegre: EDUFRGS.

ROMÃO, J. E. (1998). *Avaliação Dialógica: desafios e perspectivas*. São Paulo: Cortez.

SOUSA, S. M. Z. L. (1997). Avaliação escolar e democratização: o direito de errar. In:

AQUINO, J. G. (coord.) *Erro e Fracasso na Escola: alternativas teóricas e práticas*. São Paulo: Summus.

VASCONCELOS, C. S. (1993). *Avaliação: concepção dialético-libertadora do processo de avaliação escolar*. São Paulo: C. S. Vasconcelos (Cadernos Pedagógicos do Libertad, v.3).

Data da apresentação:06-02-02

Data da aprovação:06-05-02